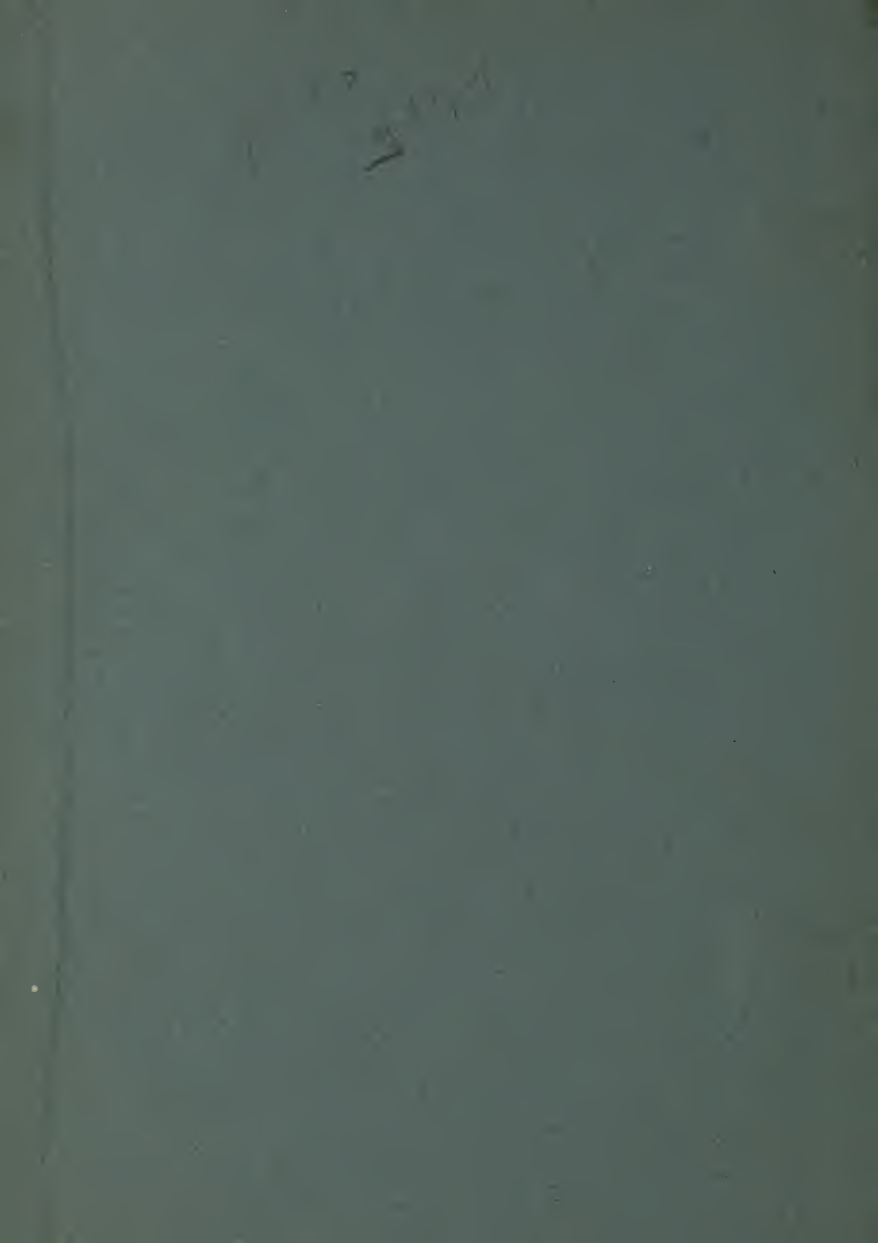
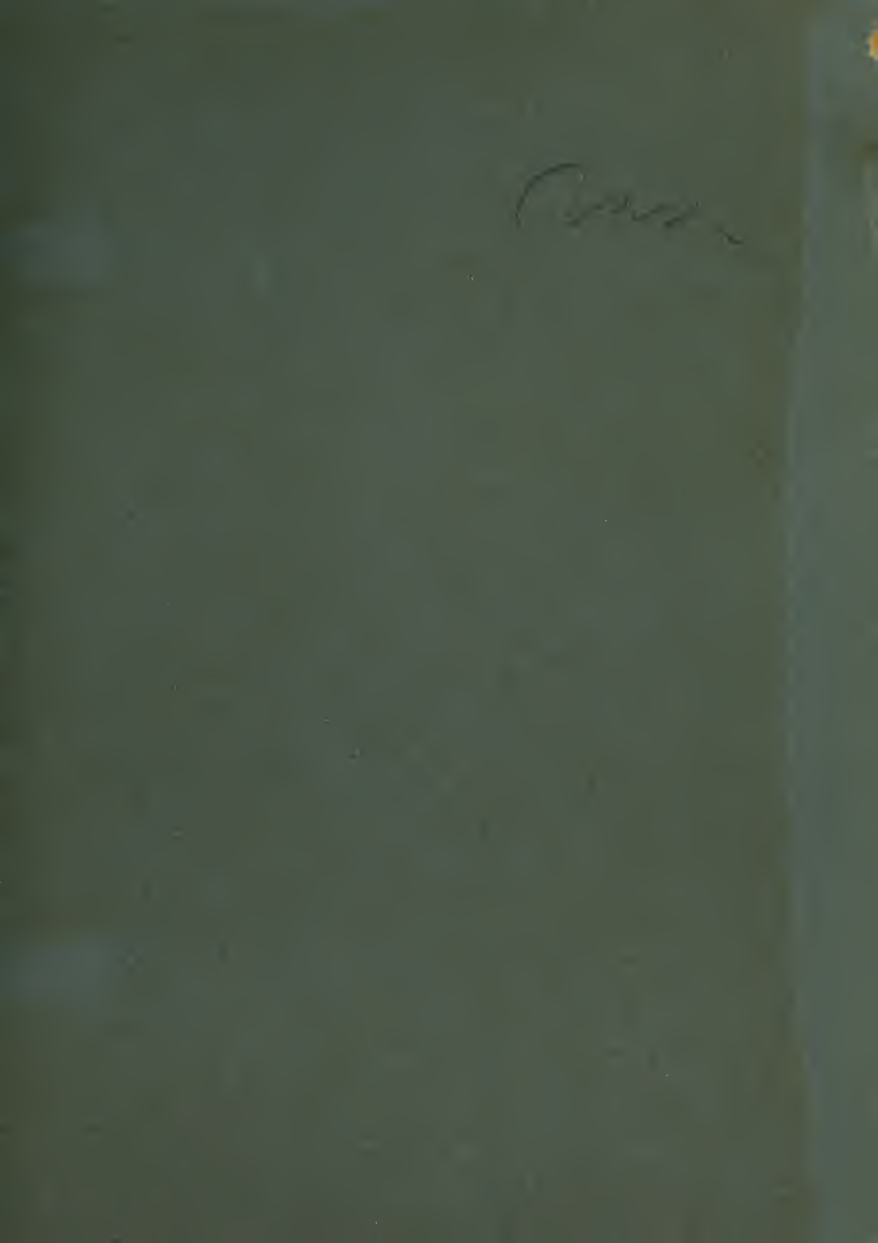


A. MOLTENI

INSTRUCTIONS PRATIQUES SUR L'EMPLOI DES APPAREILS DE PROJECTION





INSTRUCTIONS PRATIQUES

SUR L'EMPLOI DES

APPAREILS DE PROJECTION

TOURS. — IMPRIMERIE DESLIS FRÈRES

INSTRUCTIONS PRATIQUES

SUR L'EMPLOI

DES

APPAREILS DE PROJECTION

LANTERNES MAGIQUES, FANTASMAGORIES

POLYORAMAS

APPAREILS POUR L'ENSEIGNEMENT

ET

POUR LES AGRANDISSEMENTS

FABRIQUÉS

PAR

A. MOLTENI

Constructeur d'instruments

d'Optique, de Physique, de Mathématiques et de Marine

QUATRIÈME ÉDITION

PARIS

44, RUE DU CHATEAU-D'EAU, 44

AVIS

Depuis la première édition des *Instructions Pratiques*, le texte et le nombre des figures ont presque doublé; car, à chaque édition, nous avons tenu à ajouter les nouveaux renseignements que le temps et l'expérience nous ont apportés.

Dans la présente publication on trouvera des chapitres entiers, tels que ceux relatifs à la *Lumière oxy-éthérique,* aux *Projections stéréoscopiques,* aux *Agrandissements* et au *Tirage des photographies sur verre*, qui n'existaient pas précédemment.

D'autres chapitres ont été modifiés ou complé-

tés, toujours au point de vue qui nous occupe. Nous pensons ainsi être utile aux personnes, qui, pour se mettre au courant de tout ce qui concerne les projections, voudront bien nous lire.

AVERTISSEMENT

DES PREMIÈRES ÉDITIONS

Le but de ces instructions est de permettre aux personnes, qui achètent des appareils de projection, d'en tirer tout le parti dont ces instruments sont susceptibles, lorsqu'ils sont bien construits.

Depuis plus de trente-cinq ans que nous nous occupons personnellement de la fabrication d'instruments d'optique et, en particulier, de ceux qui nous occupent en ce moment, nous en construisons annuellement un grand nombre et nous y apportons d'une manière constante tous les perfectionnements dont une pratique de chaque jour nous a démontré l'utilité.

Si, depuis de longues années, nous nous sommes attaché à favoriser l'emploi des projections dans les leçons publiques ou particulières par tous les moyens en notre pouvoir, c'est que nous croyons que ce mode d'enseignement répond aux besoins nouveaux et qu'il est nécessairement appelé à se répandre sur une large échelle dans un avenir prochain. Nous avons pu nous rendre compte par nous-même des difficultés que l'on rencontre dans le maniement des appareils, et aviser

aux moyens susceptibles de les faire disparaître ou de les atténuer. Nous rendrons de cette façon la tâche plus facile à ceux qui ne sont appelés à s'en servir que par occasion et d'une manière tout accidentelle.

Nous avons la satisfaction d'avoir mis un grand nombre de personnes au courant de ces manipulations ; mais, chaque jour, des renseignements pratiques de toutes sortes nous sont demandés. Les personnes qui veulent bien s'adresser à nous peuvent se les procurer dans notre maison directement ou par lettre ; mais elles n'ont pas toujours la possibilité de se déplacer, et souvent, par correspondance, les renseignements fournis ne sont ni assez développés ni assez explicites. Il est donc bien plus simple de pouvoir mettre à leur disposition un manuel pratique, assez complet pour leur épargner une correspondance longue et fastidieuse. C'est cette idée qui nous a inspiré la rédaction de ce petit travail, que nous avons entrepris avec l'espoir et le désir d'être utile à tous.

Nous n'avons pas la prétention de faire ici un traité didactique sur les projections. Comme notre titre l'indique, ce sont de simples instructions sur l'emploi des appareils, dans lesquelles nous nous contentons de coordonner, tout en les développant un peu, les instructions manuscrites qui accompagnent habituellement les appareils qui nous sont demandés.

Notre seule ambition est de faire profiter le public de notre expérience de chaque jour, laissant de côté toute théorie. Nous ne craignons même pas, à cet effet, d'entrer dans les détails les plus puérils ; car, sans croire qu'il y ait des opérateurs qui oublient d'allumer leur lanterne, cependant il arrive fréquemment aux per-

sonnes les plus intelligentes, lorsqu'elles ne sont pas familières avec le maniement d'un instrument, de tourner mal à propos une vis ou un robinet et de se déconcerter, par suite de l'emploi inexpérimenté, répété plusieurs fois, d'un appareil, ou même de se rebuter et d'y renoncer, faute d'en avoir la clef. Nous voulons précisément leur éviter ces pertes de temps et ces découragements.

INTRODUCTION

Les projections considérées comme moyen d'enseignement

Nous n'avons pas ici à plaider la cause de l'enseignement par les yeux. Il y a longtemps qu'elle est gagnée auprès des gens instruits, éclairés et dégagés de préjugés. Il y a longtemps, en effet, que rien ne peut, dans l'enseignement, remplacer *ce que l'on a vu*. Les choses se gravent d'une manière bien plus profonde, bien plus durable, bien plus exacte. Le souvenir, en un mot, est plus puissant et plus fidèle. Ce mode d'enseignement exige, en outre, moins d'efforts ; et, à une époque où la multiplicité des connaissances à acquérir menace de devenir si considérable, on serait bien blâmable de dédaigner des procédés qui permettent d'apprendre plus avec moins de peine et moins de fatigue dans un temps beaucoup moindre.

En projetant sur un tableau blanc des images

qui frappent par la beauté, par la netteté, par les dimensions, pouvant varier suivant les besoins et suivant la grandeur du local, on facilite l'enseignement des sciences d'une façon notable. Pour les sciences naturelles, la zoologie, la botanique, la géologie, la minéralogie, pour les sciences anthropologiques et paléontologiques, pour la géographie, les sciences physiques et chimiques, l'astronomie, peut-être même pour l'histoire, l'emploi des projections à la lumière oxyhydrique est de première nécessité. Cela permet d'apporter de la variété dans l'enseignement, d'y introduire quelque chose d'utile, qui cependant repose et distrait. Instruire en amusant, telle doit être, en effet, actuellement la préoccupation de tout professeur. Instruire en amusant, c'est ouvrir l'esprit de l'élève, lui faire prendre goût à l'enseignement, lui donner le désir d'aller au-delà de ce qu'on lui enseigne, d'étendre la somme de ses connaissances et d'y chercher, d'y trouver un moyen de plaisir au lieu de quelque chose de rebutant qui n'inspire que du dégoût et de la lassitude.

Malheureusement, tel n'a pas été jusqu'ici, en général, le résultat produit par l'enseignement. Au lieu d'inspirer le désir de savoir et d'*apprendre à apprendre*, il a déterminé le plus souvent chez la plupart des jeunes gens une seule et unique aspiration, celle d'être délivrés de toute tension d'esprit, de tout effort de réflexion. Voilà ce que l'on a gagné à surmener d'une manière prématurée de jeunes

intelligences toutes neuves, à qui eût convenu un exercice modéré au lieu de cet excès d'épuisement.

Sans doute, l'idée de l'enseignement par les yeux a fait de notables progrès en France depuis un certain nombre d'années. Elle devait en faire d'autant plus que le besoin de la précision et de l'exactitude dans l'enseignement des sciences est plus pressant que jamais. On peut dire que la cause des projections lumineuses est gagnée auprès de l'enseignement supérieur.

Dans l'enseignement secondaire, c'est surtout l'enseignement libre et l'enseignement s'adressant au public mondain qui sont entrés dans la voie nouvelle. L'enseignement officiel n'a suivi qu'à l'état d'exception. On en est encore à créer quelque chose de méthodique, faute d'une organisation et d'un aménagement qui puissent s'y prêter.

Enfin, dans l'enseignement primaire, des effets partiels ont été tentés. Le gouvernement a doté chaque école normale primaire et un assez grand nombre d'écoles de chefs-lieux de canton d'appareils de projections. Mais ici, comme pour l'enseignement secondaire, la question d'installation a été jusqu'alors un obstacle des plus sérieux à la généralisation du système.

En définitive, donc, ce procédé commence à être généralement bien accueilli. Ce n'est pas qu'il n'y ait encore des esprits timorés qui considèrent qu'il n'y a pas avantage à diminuer les efforts de l'élève ; qu'on ne le développe qu'à la condition de

multiplier ces efforts ; que, sans cela, son esprit devient paresseux. Il faut dire qu'en tout il y a une mesure, assurément ; mais, enfin, les matières de l'enseignement sont souvent d'une assez grande aridité pour ne jamais permettre à l'élève de se reposer entièrement et pour en exiger un travail suffisamment propre à donner à son esprit et à son intelligence la vigueur indispensable chez tout homme véritablement instruit. En surmenant les élèves, on arrive à ce résultat, de former un petit nombre d'esprits très fins, très distingués, recrutés parmi l'élite, mais qui souvent sont épuisés par cette fatigue précoce et arrivent à l'âge d'homme avec des capacités à peine moyennes. En même temps, les esprits plus bruts, plus paresseux, moins bien doués, se rebutent, se découragent et constituent ces *queues de classe*, parmi lesquelles se recrute plus tard une bonne partie des déclassés de la société.

Ceux-ci exigent plus d'aide, plus de soutien, plus d'explications, moins d'efforts personnels ; ils ont besoin d'être traités doucement et lentement, et l'on est souvent ainsi récompensé de la peine que l'on se donne pour eux ; car, s'ils ne sont pas des élèves bien brillants dans leur jeunesse, plus tard ils rattrapent le temps perdu, et, devenus hommes, ils se rencontrent parfois, à tous les degrés de la société, dans des positions éminentes, qu'ils remplissent même avec éclat.

Oui, l'enseignement par les yeux est d'une im-

portance considérable pour le développement de l'esprit humain ; il lui inculque des notions d'exactitude et de précision, qui valent bien, en définitive, celles que l'on peut acquérir par l'étude des sciences exactes, de la géométrie, de l'algèbre, etc. Nous dirons même qu'il a une action plus saine sur la formation des idées et surtout sur le jugement.

Quand on a introduit dans les lycées les expériences de physique et les expériences de chimie, on a précisément fait un pas dans cette voie. Il faut encore marcher en avant et introduire les mêmes principes dans l'enseignement de la géographie, de la cosmographie et de l'histoire.

L'étude de la géographie était restée jusqu'à nos jours à l'état pur et simple de nomenclature. Comme la mémoire n'a qu'une limite, évidemment sous cette forme cet enseignement est aride et rebutant. Aussi le Français ignore-t-il la géographie plus qu'aucun autre citoyen du monde. Chaque élève devrait être un dictionnaire, d'après cette méthode. C'est assurément un non-sens.

On commence à peine à le comprendre. On s'aperçoit cependant déjà qu'il ne s'agit plus seulement de se mettre des noms et des mots dans la tête. Si la mémoire fait défaut pour le détail, on a des dictionnaires et des traités de géographie pour la secourir. Il est vraisemblable qu'ils ont été écrits pour qu'on en fasse usage.

Il est vrai que, jusqu'ici, ceux qui ont été pu-

bliés sont bien insuffisants et laissent fort à désirer. Quoi qu'il en soit, ils peuvent rendre encore bien des services. L'enseignement de la géographie doit aujourd'hui consister plutôt dans ce que nous appellerions volontiers « la philosophie de la géographie », c'est-à-dire dans l'étude des grandes lignes, la configuration générale des continents et des divers pays qui s'en partagent la superficie, la distribution des courants marins, la répartition des montagnes et des cours d'eau, dont l'étude ne saurait être divisée, l'hydrographie n'étant que la résultante de l'orographie. Ce sont, en effet, les montagnes qui déterminent la destination, l'avenir d'un pays ou d'un continent.

Puis il faut étudier la flore et la faune, la distribution géographique des plantes et des animaux, les grandes régions climatériques. Cela est de toute impossibilité, si l'on n'a pas recours à l'emploi des projections.

On aurait beau avoir le plus merveilleux talent de conteur, on n'arriverait jamais à inculquer à des élèves que des notions d'à peu près. La projection, grâce au concours de la photographie, y substitue immédiatement l'exactitude et la précision. Elle montre ce qui existe dans la réalité même et empêche ainsi qu'on ne s'en fasse une idée fausse par quelque conception imaginaire. Pour donner un aperçu de la végétation tropicale ou de la végétation polaire, pour projeter des cartes de grande dimension sur un tableau, pour

faire connaître les divers types de la race humaine, pour donner une idée des grandes villes, des ports de commerce, des costumes, des habitations, des animaux, des plantes, rien ne peut équivaloir à l'emploi de bonnes photographies projetées sur un tableau.

Il en est de même en histoire naturelle. Cet enseignement devient fructueux si l'on peut multiplier les tableaux. Or, ces tableaux sont coûteux ; il faut, en outre, qu'ils aient de grandes dimensions ; enfin souvent aussi ils sont loin d'être exactement dessinés. On a bien des collections d'animaux ; mais elles ne sauraient jamais qu'être fort incomplètes. L'emploi des projections permet de suppléer à l'absence de ces tableaux et de ces collections, au moyen d'un ensemble de photographies sur verre ayant chacune quelques centimètres seulement de côté.

Nous pourrions répéter la même chose pour la cosmographie et l'astronomie. Ici même l'utilité est encore plus évidente, car l'image projetée se rapproche davantage de la réalité. On a, en outre, imaginé de petits mécanismes fort ingénieux qui permettent de figurer le mouvement simultané des divers astres du système planétaire les uns autour des autres.

En ce qui concerne l'histoire enfin, n'y a-t-il pas un intérêt réel à placer sous les yeux des élèves, par exemple, le portrait des grands hommes, dont on doit leur parler, le plan d'un champ de bataille

important, la vue d'une ville qui a joué un rôle considérable, soit comme siège de négociations diplomatiques, soit dans une guerre ; la carte d'une campagne, la carte d'un remaniement de territoire, etc. ? Il y a mille choses utiles à faire dans cet ordre d'idées. Nous n'en indiquons que les principales.

Dans toutes ces transformations de l'enseignement, le préjugé a été la principale entrave. Un professeur, agrégé de l'université, par exemple, ayant tous ses diplômes de doctorat, croyait autrefois au-dessous de lui de montrer la *lanterne magique*. En effet, la lanterne magique a été le point de départ de l'invention des appareils de projection. Le nom a changé, et c'est très heureux, car cette modification a seule permis de réaliser les quelques progrès qui ont déjà été accomplis.

En outre, la puissance et l'utilité en ont été notablement accrues par le concours de plus en plus étendu que l'on trouve aujourd'hui dans la photographie.

Il n'y a rien de déshonorant à montrer la lanterne magique, et la valeur d'un enseignement, loin d'en être diminuée, ne peut qu'en être sérieusement accrue. De cette façon, on utiliserait un grand nombre d'appareils qui restent sans usage dans les vitrines des cabinets de physique. Quant au professeur de mérite, de quelque façon qu'il enseigne, il restera toujours un homme distingué ; il ne faut pas que sa dignité consiste à donner à son ensei-

gnement une forme doctrinale et didactique. Ce serait là du pédantisme, c'est-à-dire le contraire des méthodes les plus recommandées par la pédagogie moderne. Cela n'est pas vrai seulement pour les enfants, mais aussi pour le populaire et même pour nombre de personnes très instruites, qu'il faut souvent traiter comme de grands enfants.

L'abbé Nollet, dans ses leçons de physique expérimentale publiées en 1771, disait : « La lanterne magique est un instrument qu'une trop grande célébrité a rendu ridicule aux yeux de bien des gens. » Pour lui, cet instrument était bien autre chose qu'un simple jouet, et encore ne pouvait-il prévoir, à ce moment-là, tout le parti qu'on en saurait tirer plus tard. Nombre de savants éminents partagent aujourd'hui l'avis de l'abbé Nollet.

Le professeur se sert du tableau noir pour les dessins très élémentaires. Il n'en peut être de même pour les dessins compliqués, qui exigent du temps et coûtent beaucoup d'argent. On peut les faire photographier sur des plaques de verre, grandes comme la main ; le professeur peut encore les dessiner lui-même sur des plaques de verre dépoli, avant sa leçon, et les faire ensuite projeter sur le tableau blanc, qui remplace le tableau noir. Tout cela est très facile.

Sans doute, il y aura des habitudes à modifier, une nouvelle méthode à suivre dans la manière de donner les leçons ; il y aura des dispositions nouvelles à prendre pour faciliter le passage du jour

à la nuit, et réciproquement, dans les salles qui existent actuellement, sans troubler la classe. Mais tout cela serait très aisé, peu coûteux et des plus simples, le jour où on appliquerait le système avec le désir d'en faire réussir l'application.

C'est ce que nous allons examiner dans les chapitres qui suivent (1).

(1) M. Georges Renaud, professeur au collège Chaptal, à l'Institut commercial et aux Écoles supérieures de la ville de Paris, rédacteur en chef de la *Revue géographique internationale,* a bien voulu se charger de la rédaction de ce chapitre.

DE L'ÉCLAIRAGE

I

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

Avant de parler des appareils, il importe d'étudier les différents modes d'éclairage et d'en connaître les avantages et les inconvénients, afin de pouvoir, en toute connaissance de cause, adopter telle ou telle espèce de lumière, suivant le but que l'on poursuit et les moyens dont on dispose.

Voyons d'abord quelle est l'intensité des différentes sources de lumière pouvant être employées d'une manière pratique pour les projections.

Prenons pour unité une bougie de l'Étoile, soit................	1
La lumière de la lampe Carcel, brûlant 42 grammes d'huile par heure, est, comparativement, représentée par......................	7 1/2
Celle de la lampe modérateur, bec 16 lignes, par..................	9 à 10
Celle de la lampe modérateur, bec 16 lignes, avec huile camphrée, par	13 à 16
Celle du gros bec de gaz d'éclairage, cheminée de cristal, par....	15

Celle de la lampe à pétrole, gros bec circulaire, par................	14 à 16
Celle de la lampe américaine à deux mèches (munie de son réflecteur)..	25 à 30
Celle de la lampe américaine à plusieurs mèches (munie de son réflecteur)........................	50 à 60
Celle du chalumeau oxycalcique, suivant le réglage de la mèche et la construction du chalumeau, par...	100 à 200
Celle du chalumeau oxyhydrique, suivant sa construction, les conditions de pureté et de pression des gaz, par........................	250 à 500
Celle du magnésium, en rubans de $2^{m}/^{m}$ 1/2 de large, intensité variable, par....................	200 à 250
Celle de la lumière électrique, fournie par une pile de 50 éléments Bunsen, par.....................	720
Celle de la lumière électrique, fournie par une machine, magnéto-électrique ou électro-dynamique, par..........................	1.200 à 2.000

Cela veut dire que le pouvoir éclairant de chacune de ces sources de lumière équivaut à celui d'un nombre de bougies de l'Etoile, égal au chiffre inscrit en regard. Ainsi, la lumière électrique, fournie par une machine, peut équivaloir à 1,200 ou 2,000 fois celle d'une bougie de l'Etoile.

Les chiffres ci-dessus, relevés pour la plupart sur les mesures photométriques que nous prenons journellement en essayant nos lampes et nos chalumeaux, varient nécessairement suivant les conditions dans lesquelles on opère.

La lampe modérateur qui nous sert dans nos essais est une lampe dite de 16 lignes. Sa puissance éclairante, mesurée à différentes reprises, équivaut généralement à celle de 9 à 10 bougies ; mais, lorsqu'elle est mal réglée, que la mèche est mal coupée, que l'huile est de mauvaise qualité, son intensité descend à 6, tandis que si, nous mettant dans de bonnes conditions, nous carburons l'huile, en y faisant dissoudre plus ou moins de camphre, on peut atteindre la puissance de 13 à 16 bougies. De même, avec la lumière oxyhydrique, un même chalumeau peut, suivant la manière dont on le règle et suivant la quantité de gaz dépensée, ne donner que la lumière de 150 à 200 bougies, ou bien égaler celle de 250 à 300 et même de 500.

Si l'on ne regardait pas à la dépense en construisant des chalumeaux spéciaux, on pourrait encore aller au-delà ; cependant, pour faire commodément des projections dans les conditions ordinaires, on ne peut guère atteindre que la lumière de 250 à 300 bougies, ce qui est largement suffisant dans la généralité des cas. Nous n'avons dépassé ces chiffres que dans certaines circonstances spéciales, telles que pour les annonces lumineuses que nous avions

installées en 1869 au-dessus du café des Variétés, à Paris.

Comme on le voit, l'éclairage peut être de deux espèces : l'éclairage ordinaire, ayant une puissance de 1 à 15 ou 50 bougies, et l'éclairage intense ayant une puissance de 100 à plusieurs centaines de bougies.

Lequel doit-on préférer pour les projections ?

La source lumineuse idéale, théoriquement parfaite, serait celle qui, réduite à un point mathématique, donnerait une lumière blanche fixe d'une grande intensité.

Cette lumière idéale, nous l'avons sous la main, quand le soleil se montre et que nous disposons d'un local convenablement orienté. L'appareil et son emploi sont alors très simples ; mais, comme on est très rarement à même de s'en servir, il faut toujours en revenir à l'éclairage artificiel.

La lumière électrique possède une des qualités énoncées : l'*intensité*. C'est aussi celle qui se rapproche le plus de la source idéale, *le point lumineux ;* mais elle n'est pas blanche. Sa couleur, légèrement bleue, communique aux vues un aspect de clair de lune. Les oscillations de l'arc voltaïque, ainsi que ses variations d'intensité, se traduisent sur l'écran par un effet très désagréable pour les yeux. Aussi ne recommandons-nous ce mode d'éclairage que pour les expériences d'optique : polarisation, interférences, etc., et pour le microscope.

En dehors de ces cas spéciaux, on fera bien de

ne pas l'employer, par cette raison que la dépense est importante et que l'installation des piles ou celle d'un moteur à vapeur pour faire fonctionner une machine magnétique occasionne parfois de sérieux embarras. Plusieurs personnes, pour lesquelles nous avons monté, contre notre avis, tout ce matériel à l'effet d'obtenir des images de 10 mètres de haut, y ont renoncé, regrettant les sommes dépensées, et sont revenues à l'éclairage oxyhydrique.

Cependant, aujourd'hui que les usines productrices d'électricité se multiplient de plus en plus dans les villes, que non seulement l'électricité a élu domicile dans les établissements publics, mais même chez les simples particuliers, les objections ci-dessus perdent de leur importance. Il est évident que, lorsqu'on n'a qu'à mettre l'appareil en communication avec un courant placé à portée de la main, l'éclairage électrique devient, au contraire, très pratique. Cet avantage disparaît dans le cas où on se verrait obligé de produire soi-même l'électricité nécessaire.

La lumière oxyhydrique est l'éclairage par excellence pour les projections. Elle réunit la blancheur, l'intensité, la régularité ; et la source lumineuse, pour un même pouvoir éclairant, se présente sous des dimensions petites, quoique un peu plus larges que celles de la lumière électrique. Elle est aujourd'hui tellement pratique, — ne présentant, en outre, aucune espèce de danger, — que la dé-

pense du matériel pourrait être seule un obstacle à son emploi. Encore avons-nous réduit cette dépense autant que possible, puisque nous vendons moins de 250 francs un appareil de projection complet avec ses accessoires. Le prix peut encore être abaissé, à la condition d'employer un matériel moins solide. Quant à la dépense occasionnée par la production du gaz, elle est insignifiante; elle se réduit, en effet, à moins de 2 francs pour la quantité d'oxygène nécessaire à la consommation d'une heure. C'est donc sans aucune réserve que nous conseillons l'emploi de cette espèce de lumière, et, pour cette raison, nous allons exposer de la façon la plus détaillée la manière de s'en servir, afin de permettre aux personnes les plus étrangères à la pratique scientifique d'en tirer tout le parti possible.

Nous devons peut-être mentionner encore le magnésium, quoique l'emploi n'en semble guère pratique pour les projections. L'éclat de sa lumière l'a fait ranger, il est vrai, parmi les éclairages intenses. La surface lumineuse serait assez réduite; malheureusement, en brûlant, cette substance se tord, ce qui détermine un déplacement continuel du foyer et trouble les images projetées à chaque déplacement du fil. De plus, l'abondante fumée opaque de magnésie, qui se dégage, passe continuellement entre le point lumineux et les lentilles et modifie, à tout instant, l'ensemble de la projection. On est obligé de mettre la lanterne en com-

munication avec la cheminée la plus proche afin d'obtenir un tirage dans l'appareil; sans cela, la fumée de magnésie ne tarderait pas à recouvrir les objets d'une poussière blanche impalpable, et, en fort peu de temps, l'atmosphère de l'appartement dans lequel on opèrerait ne serait plus respirable.

Le tirage par une cheminée remédie en partie à cet inconvénient; mais on n'a pas toujours une cheminée à sa portée; on ne peut pas toujours y établir une tuyauterie venant de l'appareil. Les tuyaux produisent, en outre, à l'œil, un déplorable effet dans une salle de conférences ou dans un salon; ils ont encore l'inconvénient d'immobiliser l'appareil, et, en somme, ils ne font pas disparaître le défaut principal de la lumière au magnésium, celui du déplacement continuel du point lumineux. Enfin, le prix élevé du magnésium, lorsqu'il s'agit d'une séance un peu longue, est une considération de plus qui s'oppose à ce que les essais faits jusqu'ici aient pu recevoir une suite.

Partant toujours de ce fait qu'à intensité égale c'est la plus petite flamme qui donne le meilleur résultat, nous voyons de suite que, parmi les éclairages ordinaires, la meilleure flamme est celle d'une bonne lampe à pétrole et que, par contre, la plus mauvaise est celle d'un bec de gaz ordinaire. Cependant, si nous nous reportons au tableau des intensités reproduit plus haut, nous voyons que la puissance éclairante d'un bec de gaz, aussi bien

que celle d'une grosse lampe à pétrole, équivaut seulement à celle de 15 bougies.

Ces mesures, obtenues avec le photomètre, montrent que, dans un local donné, le bec de gaz et la lampe à pétrole éclairent avec la même intensité. Mais, dans l'appareil, il n'en est plus de même.

La flamme du bec de gaz ayant une dizaine de centimètres de haut, il n'y a d'utilisable par les lentilles que le centre de cette flamme, sur une hauteur de 3 centimètres environ, c'est-à-dire le tiers seulement de la lumière produite par ce bec, tandis que, la flamme de la lampe à pétrole ayant environ 3 centimètres de haut, toute la lumière produite passe par les lentilles.

La flamme du gaz est également, par sa couleur jaune, inférieure à celle d'une lampe modérateur brûlant bien à blanc.

Le gaz est donc, de tous les modes d'éclairage, le plus mauvais à employer ; il n'y a en sa faveur que la simplicité de son emploi lorsqu'on l'a sous la main.

Depuis bien des années, on entend parler chaque jour de lampes plus ou moins merveilleuses, donnant toujours de plus en plus de lumière. Tous ces progrès se réduisent, en général, à peu de chose au point de vue spécial qui nous occupe. Quand on gagnerait une puissance éclairante de quelques bougies, on ne se rapprocherait pas encore assez des éclairages intenses, pour que ces nouvelles

lampes puissent entrer en comparaison avec la lumière oxyhydrique, la lumière oxycalcique ou la lumière électrique à arc.

Cela n'empêche pas toutefois qu'on ne puisse, dans nombre de circonstances, utiliser d'une manière avantageuse les sources de lumière les plus ordinaires. Les indications qui précèdent ont pour but de permettre aux opérateurs de procéder suivant les moyens qui se trouvent à leur disposition, sans en exclure aucun en principe. On trouvera plus loin la description d'un système d'appareil, permettant d'employer la première lampe venue, la plus basse comme la plus haute. Chacun sera donc libre d'y adapter le système de lampe qui lui sera plus commode, tout en choisissant, quand il le peut, parmi ceux qui se trouvent à sa portée, le plus efficace et le plus avantageux.

Notre but n'étant pas de faire ici un traité complet d'éclairage, mais simplement de tracer des instructions pratiques, nous ne parlerons pas des essais de diverses lumières, annoncés ou tentés chaque jour, et que nous avons plus ou moins expérimentées. Nous nous faisons une règle de ne recommander à nos clients que des procédés dont l'emploi soit justifié par les résultats déjà obtenus

---

II

EMPLOI DES LAMPES A HUILE ORDINAIRE ET DES LAMPES A PÉTROLE

Depuis les premières éditions de cette brochure, l'usage de la lampe à huile tend à disparaître. La lampe à pétrole, d'un emploi plus commode, donne un éclairage plus intense. Cependant, comme beaucoup de personnes ne l'ont pas encore adoptée, nous laissons subsister les indications relatives à l'emploi de l'huile ordinaire.

Les lanternes magiques communes sont munies de lampes simples, comprenant un godet en fer-blanc dans lequel trempent une, deux ou trois mèches, brûlant à l'air libre, sans verre. Elles donnent, en général, plus de fumée que de lumière, et, comme leur emploi paraît devoir disparaître, nous ne nous y arrêterons pas.

Nous ne nous occuperons ici que des lampes à double courant d'air, brûlant à blanc. Ces lampes peuvent être *à réservoir inférieur* ou *à réservoir supérieur*.

Une lampe à huile, comme il a été dit précédemment, peut varier en intensité du simple au

double, suivant la manière dont elle est préparée, allumée et réglée. Il n'est donc pas inutile de rappeler sommairement quelles sont les précautions à prendre.

L'huile devra être de bonne qualité, surtout dans les lampes modérateurs ou les lampes Carcel. Dans les lampes à réservoir supérieur, comme les lampes dites *solaires*, dont la flamme est étranglée par une capsule en cuivre, la qualité de l'huile a moins d'importance.

On ne doit pas employer, dans la lampe, une huile déjà ancienne, qui aurait pu s'épaissir. Il faut la vider complètement et la remplacer par de l'huile nouvelle ; et, si la lampe en a besoin, il faut avoir soin de la faire nettoyer, car l'huile doit arriver abondamment et facilement jusqu'à la mèche.

On augmente la puissance de la lumière en faisant dissoudre dans l'huile environ 100 grammes de camphre par litre. On pourrait en mettre davantage pour rendre la flamme encore plus lumineuse, mais alors il faut activer la dissolution en chauffant le tout légèrement.

On a vu précédemment qu'une lampe modérateur de 16 lignes, qui donne habituellement une lumière d'environ 8 à 10 bougies avec de l'huile ordinaire, a pu atteindre celle de 13 à 16 avec de l'huile camphrée.

C'est surtout avec des lampes solaires à réservoir supérieur que l'on peut augmenter la dose de camphre, attendu que ces lampes, qui sont à niveau

constant, n'ont pas de petits conduits, comme les lampes modérateurs, et que, le courant d'air étant resserré par la capsule en cuivre qui étrangle la flamme, cet air se précipite avec bien plus de vivacité et en bien plus grande abondance. De cette manière, on obtient la combustion complète des carbures, ce qui donne une flamme très blanche.

Si l'huile venait à être trop épaisse, par suite de la quantité de camphre ajoutée, il faudrait la verser toute chaude dans le réservoir de la lampe ; puis, celle-ci une fois allumée et placée dans la lanterne magique, la chaleur de l'intérieur suffirait pour entretenir la fluidité du liquide.

La mèche doit être de première qualité et pas trop courte ; il faut qu'elle trempe suffisamment dans l'huile. Il y a donc lieu de changer la mèche avant que des tailles successives ne l'aient trop raccourcie.

Du reste, une ancienne mèche dans laquelle l'huile a vieilli doit être jetée. Faute de prendre cette précaution, on s'expose à n'obtenir qu'une lumière beaucoup plus faible.

La manière de tailler la mèche a aussi une grande importance ; elle doit être coupée bien nette et bien unie, afin qu'aucun fil ne dépasse ; autrement les inégalités qui resteraient auraient pour résultat de rendre la flamme irrégulière, dentelée au sommet, d'un réglage difficile et filant d'un côté ou de l'autre.

Pour arriver à couper la mèche bien nettement,

le procédé est assez simple. Après avoir laissé brûler la lampe pendant quelques instants, munie de son verre, on l'éteint et on coupe la partie carbonisée de la mèche sans atteindre jusqu'à la partie blanche ; l'opération est beaucoup plus facile que sur la mèche neuve, dont les fils sans consistance se dérobent sous les ciseaux.

Il est presque inutile de dire que le verre doit être parfaitement propre et qu'il faut le placer à une hauteur convenable, ainsi que la mèche, de manière à obtenir la lumière la plus blanche possible.

Il y a lieu d'observer à ce propos qu'une lampe, parfaitement réglée à l'extérieur de l'appareil, file une fois qu'elle est placée dans la boîte. En effet, dès que la porte est fermée, l'air s'échauffe à l'intérieur ; le tirage ne se fait plus dans les mêmes conditions, et la flamme monte de plus en plus, à mesure que la température intérieure s'élève.

Il y a donc lieu, de temps en temps, pendant les premiers moments, de rouvrir la porte de la boîte et de régler la lampe à nouveau.

Pour ne pas opérer cette manœuvre une fois la séance commencée, il est bon d'allumer la lampe 10 ou 15 minutes auparavant et de la préparer comme il vient d'être dit.

Pour les personnes qui ne craignent pas d'introduire l'éclairage au pétrole dans leur intérieur, pour les usages domestiques, c'est, parmi les éclairages ordinaires, celui qui donne le meilleur résultat.

Les soins qu'exigent ces lampes à pétrole sont à peu près les mêmes que pour les lampes modérateurs : propreté du verre, coupe parfaite de la mèche suivant la méthode indiquée, etc.

La mèche d'une lampe à pétrole, ne se carbonisant pas autant que celle d'une lampe à huile ordinaire, n'a pas besoin d'être coupée aussi souvent. Il suffit, au moment de l'allumer, d'amener la mèche au niveau du bec et de l'affleurer en passant le doigt dessus. On égalise ainsi complètement la partie déjà brûlée, et la lampe se trouve dans de meilleures conditions que lorsque la mèche n'a pas encore servi.

Un autre point très important dans les lampes à pétrole et à bec circulaire, c'est la manière dont la mèche doit être disposée lors du remplissage de la lampe.

Il faut d'abord remarquer que la mèche employée est plate et ne prend la forme cylindrique qu'en montant dans le porte-mèche, d'où elle doit sortir sous la forme d'un anneau parfait; mais, lorsqu'on ne prend pas les précautions voulues, un des côtés de la mèche est plus élevé que l'autre. De là, l'impossibilité d'obtenir une flamme bien régulière. Cet inconvénient se produit surtout lorsqu'après avoir rempli la lampe on revisse le bec en laissant pendre la mèche. La rotation du bec sur lui-même tortille la mèche dans le réservoir, et, lorsqu'on la lève, les deux côtés montent inégalement. Il faut donc, avant de remettre le bec en

place, faire sortir la mèche presque complètement et ne la descendre qu'après avoir revissé jusqu'au bout la partie supérieure de la lampe. Il est bien entendu que l'on n'a pas à prendre cette précaution avec la lampe américaine à plusieurs becs, dont les mèches sont plates et ne changent pas de forme en passant par le porte-mèche.

Puisque nous parlons des lampes américaines, dont l'usage est maintenant très répandu, nous en profiterons pour donner quelques renseignements sur leur emploi.

Dans ce genre de lampe, on peut multiplier le nombre des mèches à volonté ; il importe donc, plus encore que dans les autres systèmes, qu'elles soient parfaitement coupées. Aucun fil ne doit dépasser, sinon les flammes fileraient immédiatement ; comme pour les lampes ordinaires, ce résultat n'est atteint qu'en amenant les mèches déjà carbonisées à affleurer les becs de lampe, et en passant le doigt dessus, de façon à enlever tout ce qui pourrait dépasser. Il est bon également de couper légèrement l'angle de la mèche à droite et à gauche.

Chaque mèche a environ 15 à 16 centimètres de longueur et peut durer un temps assez long, car il n'est pas nécessaire de la couper après chaque expérience ; il suffit de l'égaliser comme il est indiqué plus haut.

Quant au liquide à employer pour alimenter la lampe, nous conseillons exclusivement le pétrole

rectifié. Les essences donnent peut-être une intensité plus grande, mais il ne serait pas prudent de s'en servir. Elles sont en général très volatiles et émettent des vapeurs susceptibles de s'enflammer d'autant plus facilement que ce genre de lampe s'échauffe assez rapidement. Aussi, comme il reste souvent de l'essence dans le pétrole mal rectifié, est-il prudent de toujours essayer celui qu'on achète afin de s'assurer que sa rectification est complète. A cet effet, il suffit de verser dans une soucoupe une petite quantité du liquide à essayer et d'y plonger une allumette enflammée. Si le pétrole peut être employé sans danger, cette allumette s'éteint. Elle enflamme au contraire le pétrole, s'il renferme des essences volatiles; il faut alors éviter d'en faire usage. Pour que l'expérience soit bien concluante, il est bon que la soucoupe soit tiède (1).

On ne remplit pas le réservoir de la lampe complètement, mais seulement aux trois quarts; on revisse le bouchon de cuivre qui est à une des extrémités; on s'assure que le morceau de verre qui ferme la lampe américaine en avant est bien à sa place; on lève légèrement les mèches, on les allume et on introduit la lampe dans l'appareil. La cheminée a été au préalable mise en place, et on règle alors la hauteur des mèches, qui ne doivent, en aucun cas, sortir des porte-mèches de plus de

(1) Le pétrole de bonne qualité ne doit pas s'enflammer au-dessous d'une température de 38 à 40 degrés.

3 à 4 millimètres. C'est généralement en les levant trop que les personnes, peu habituées à ce genre de lampe, arrivent à avoir plus de fumée que de lumière.

Lorsque la lampe est bien réglée en commençant, la température, s'élevant dans l'appareil, change les conditions du tirage ; comme pour les lampes ordinaires, il est nécessaire, au bout de quelques minutes, de procéder à un nouveau réglage. Pour la plupart des lampes, lorsque le réglage est convenable, les mèches extérieures sont légèrement plus élevées que la ou que les mèches du centre.

Pour bien fonctionner, ces lampes à mèches multiples doivent être placées dans un air pur pouvant se renouveler facilement. Bien souvent, une lampe, donnant une belle lumière au commencement d'une séance, éclaire moins au bout de peu de temps si la pièce est trop petite et contient un certain nombre de spectateurs. L'air appauvri n'est plus assez pur pour alimenter la lampe, dont la flamme baisse de plus en plus.

Le remède est bien simple, car il suffit d'ouvrir une fenêtre pour que la lampe, sous l'influence de l'air nouveau, reprenne toute son intensité.

Il faut avoir soin, si une petite quantité de pétrole s'est répandue extérieurement sur la lampe, de l'essuyer. Sans cela, par suite de l'échauffement, le pétrole répandu dégage une odeur assez désagréable.

Il est bon de remarquer qu'avec du pétrole de bonne qualité cette odeur est presque nulle, si la lampe est bien propre extérieurement. C'est généralement la matière graisseuse que l'on remarque autour des becs, et même autour du corps de la lampe, qui, par l'échauffement, donne cette odeur.

Pour éviter la formation de cette matière grasse, il faut ne pas laisser séjourner le pétrole dans la lampe et ne la remplir que quelques minutes avant de s'en servir.

Enfin, on doit régler le tirage, car il varie d'une lampe à l'autre ; à cet effet, la cheminée est à rallonge ou munie d'une soupape, comme celles qui sont placées dans les cheminées en tôle des lampes à plusieurs mèches concentriques, en usage avant les lampes actuelles. On donne plus ou moins de hauteur à la cheminée ; on en ouvre plus ou moins la soupape, jusqu'au moment où la lumière projetée sur l'écran atteint son maximum d'intensité. Du reste, ce réglage, une fois trouvé, varie peu pour une même lampe. On fait une marque à la cheminée afin qu'on puisse l'allonger toujours dans la même proportion.

III

ÉCLAIRAGE A LA LUMIÈRE DRUMMOND OU LUMIÈRE OXYHYDRIQUE

Si l'on prend les deux fils métalliques, fixés aux électrodes d'une pile électrique, composée de plusieurs éléments, et qu'on les plonge dans un vase contenant de l'eau légèrement acidulée, dès que l'action du courant se fait sentir, on voit des bulles de gaz se dégager tout autour de chacun des fils.

Si l'on recueille les gaz ainsi obtenus par la décomposition de l'eau, on a, d'une part, de l'oxygène et, d'autre part, de l'hydrogène, dans la proportion de 1 pour le premier et de 2 pour le second.

Les anciens, qui considéraient l'eau comme un élément indécomposable, auraient été bien surpris si on leur avait montré que ce liquide, indispensable à la vie, est composé de deux gaz. A plus forte raison, auraient-ils été étonnés, en voyant que ces deux mêmes gaz, employés précisément dans les proportions où ils se trouvent contenus dans l'eau, sont susceptibles de produire une lumière qu'ils n'auraient sans doute pu comparer qu'à celle du soleil.

Cette dernière découverte est due au capitaine anglais Drummond, qui, en dirigeant la flamme d'un mélange de ces deux gaz sur un bâton de chaux, le rendit incandescent et produisit la lumière éclatante qui porte son nom.

Une flamme n'est vive qu'autant qu'elle contient des particules solides amenées à l'état igné par la chaleur des gaz en combustion. Par exemple, le gaz d'éclairage ordinaire ou hydrogène carburé ne doit son pouvoir éclairant qu'au carbone qu'il renferme

Dans la lumière Drummond, le dard ou la flamme des deux gaz, mélangés à leur sortie du chalumeau, est d'un bleu clair, n'ayant aucun pouvoir éclairant ; mais la température en est tellement élevée, qu'elle fond tous les métaux et qu'elle volatilise la plupart des corps, à l'exception toutefois de ceux qui sont vraiment réfractaires, comme la chaux Mais alors celle-ci, chauffée au rouge blanc, donne la lumière intense qui nous occupe. Comme on le voit, le cas est le même que pour le gaz d'éclairage. C'est un corps solide, la chaux, qui émet la lumière, sous l'influence de la haute température, à laquelle elle se trouve portée par la combustion simultanée des deux gaz.

La lumière Drummond, plus connue aujourd'hui sous le nom *lumière oxyhydrique*, exposait, à l'origine, ceux qui en faisaient usage à des dangers sérieux. Des accidents terribles, survenus à différentes époques, jetèrent alors une certaine défaveur

sur l'emploi dont elle serait susceptible. Cela était justifié à cette époque; aujourd'hui la situation n'est plus la même, car les appareils et la manière d'opérer ont été transformés du tout au tout.

A l'origine, la lumière Drummond s'obtenait en effectuant sous pression, dans un réservoir en fer, à parois épaisses, un mélange d'oxygène et d'hydrogène. Or, comme ces deux gaz mis en présence produisent, lorsque le feu s'y communique, un des mélanges détonants les plus violents, il est arrivé que, par suite de circonstances souvent inconnues, ces réservoirs ont éclaté, pulvérisant tout ce qui se trouvait aux alentours.

Le premier progrès réalisé a consisté dans la suppression du réservoir métallique et dans son remplacement par un sac en caoutchouc, chargé de poids et placé au dehors, loin du lieu où l'on opère. De cette façon, si l'explosion se produit, on n'a plus de désastres à redouter. On prend, en outre, des précautions multiples. On garnit le tuyau unique, amenant les gaz, d'un certain nombre de toiles métalliques; enfin, on fait passer le mélange par des boîtes de sûreté, contenant de l'eau, et munies de bouchons que la moindre inflammation partielle fait sauter. Grâce à ces dispositions, il devient bien difficile que la flamme se communique au sac.

En dépit de toutes ces précautions, on était encore exposé à des explosions. Il fallait donc faire mieux. On pensa alors à diviser les gaz en les mettant

chacun dans un sac ou dans un gazomètre spécial. Ce fut là un perfectionnement des plus heureux, et cependant il ne mettait pas encore à l'abri de tout danger. En effet, avec cette disposition, les deux gaz sont séparés à l'origine ; mais, si deux tuyaux les amènent au chalumeau, ils se mélangent encore avant d'arriver au bec, de sorte que, si la pression n'est pas égale sur les deux sacs ou si, pour une cause quelconque, elle vient à être modifiée, le gaz du sac le plus comprimé refoule l'autre et pénètre dans son réservoir, où s'effectue le mélange. On se retrouve donc alors dans la même situation que si on ne possédait qu'un seul et même réservoir pour les deux gaz.

On a été amené alors à construire des chalumeaux, tels que nous les fabriquons aujourd'hui, dans lesquels tout mélange est impossible. Les gaz, étant séparés jusqu'à la sortie, ne se combinent qu'à l'air libre, c'est-à-dire lorsque tout danger a disparu.

Enfin, *au point de vue de la sécurité*, la manière d'opérer ne laisse plus rien à désirer.

On supprime le sac contenant l'hydrogène ; on substitue à ce gaz le gaz d'éclairage ordinaire, que l'on amène à l'appareil par un tuyau de caoutchouc adapté au premier bec de gaz venu. De cette façon, on n'emploie plus qu'un sac, celui qui renferme l'oxygène. Comme ce gaz, tout en entretenant la combustion des autres corps, n'est lui-même inflammable à aucun degré, l'opération ne présente

plus de danger. En procédant ainsi, aucun accident n'est possible, quand même on chercherait à en provoquer.

Actuellement, il existe plusieurs moyens pratiques d'employer l'oxygène dans les projections :

1° Ayant le gaz d'éclairage à sa disposition, on peut l'amener directement de la conduite la plus proche jusqu'à l'appareil ; dans ce cas, on n'a besoin que d'un seul sac, renfermant l'oxygène ;

2° Si l'on n'a pas de gaz d'éclairage à sa portée, on en remplit à l'avance un sac que l'on apporte sur le lieu des séances ;

3° On peut encore préparer à l'avance de l'hydrogène, au lieu de gaz d'éclairage, et l'enfermer également dans un sac ;

4° Le gaz d'éclairage ou l'hydrogène pur faisant défaut, on peut employer de l'air carburé. On l'obtient très facilement à l'aide des essences minérales légères, qui se trouvent aujourd'hui dans le commerce.

Il suffit de faire passer par un carburateur, où se trouve de l'essence convenable, de l'air provenant d'une soufflerie. De cette façon, cet air devient inflammable et se comporte alors comme du gaz d'éclairage.

On construit aujourd'hui des appareils à carburer l'air, qui donnent de bons résultats. Ils se composent d'un ventilateur, mû par un poids que l'on remonte de temps en temps ; ils chassent l'air dans un carburateur et, de là, sous un petit gazomètre

attenant à l'appareil. Il suffit d'ouvrir un robinet pour que l'air carburé se dégage et soit conduit par une tuyauterie quelconque au bec ou au chalumeau qu'il doit alimenter.

On peut encore employer comme carburateur un des appareils représentés dans les fig. 17 et 18, au travers desquels on fait passer de l'air, fourni par un sac, une soufflerie hydraulique, ou obtenu par tout autre moyen analogue;

5° Enfin, on peut avoir recours à la lumière *oxycalcique*. On se passe alors complètement d'hydrogène. On en remplace la flamme par celle d'une forte lampe à alcool, que le courant d'oxygène projette sur un bâton de chaux;

6° La lumière oxy-éthérique, dont il est question au chapitre VIII, donne encore un autre moyen d'employer l'oxygène, lorsque le gaz d'éclairage fait défaut.

Nous allons maintenant examiner comment il faut s'y prendre pour préparer le ou les gaz nécessaires à l'opération; puis, une fois nos sacs ou nos gazomètres remplis, nous étudierons comment on doit les utiliser.

IV

PRÉPARATION DE L'OXYGÈNE

En dehors des procédés industriels, qui ne sont applicables qu'en grand, il existe dans les labora-

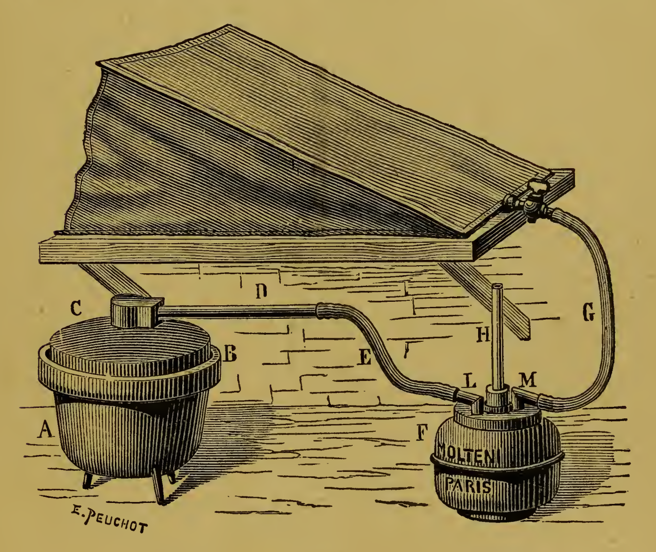


Fig. 1.

toires bien des moyens de se procurer l'oxygène. Mais nous nous contenterons de faire observer

qu'en ce qui nous concerne, chaque fois que nous avons tenté des essais à cet égard, nous sommes toujours revenu à la préparation par le chlorate de potasse, comme étant la plus simple et, en somme, la plus économique, surtout aujourd'hui qu'on peut se procurer ce sel à un prix très peu élevé.

L'appareil avec lequel se prépare l'oxygène est composé de deux pièces principales : la cornue A (fig. 1), en fonte, et le laveur F, que nous fabriquons maintenant en métal, car nous avons renoncé depuis longtemps aux laveurs en verre,

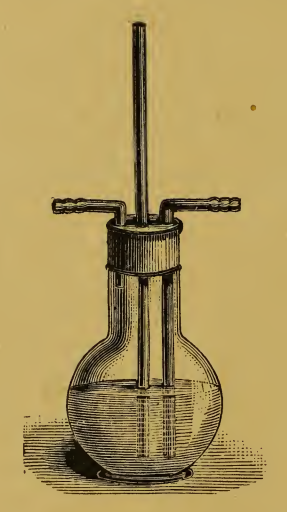


Fig. 2.

qui, en réalité, ne présentent aucun avantage et ont l'inconvénient d'être trop fragiles.

Cependant, pour les personnes qui désirent suivre la marche de l'opération, nous construisons toujours le laveur en cristal (fig. 2).

Comme laveur très pratique, nous recommandons le dispositif représenté par la fig. 3.

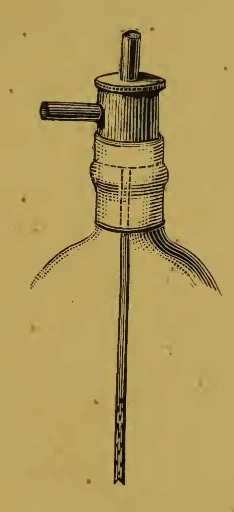


Fig. 3.

Sur un flacon ordinaire de 2 à 3 litres se monte, à l'aide d'une bague en caoutchouc, un manchon en cuivre portant une tubulure latérale. Au centre de ce manchon, qui est fermé à la partie supérieure, passe un tube vertical qui conduit le gaz, venant de la cornue, au fond de la bouteille, où il est lavé et d'où il sort ensuite par la tubulure horizontale pour arriver au sac.

La fig. 4 représente une cornue de forme conique d'une construction beaucoup plus légère.

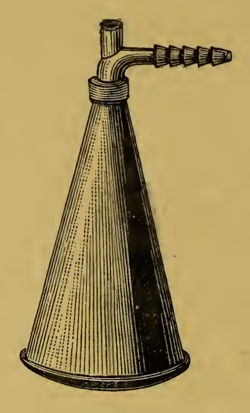


Fig. 4.

Cet appareil, pesant moins, n'a d'intérêt que par suite de l'économie qu'il peut procurer dans le transport, pendant un voyage prolongé ; mais, au point de vue de la sûreté de l'emploi et de la régularité de la marche, nous recommandons plutôt la cornue de la fig. 1.

Le sac destiné à recueillir l'oxygène est représenté dans le haut de la figure ; il peut être cylindrique, cubique, sphérique, etc. ; mais, après l'essai de chacune de ces formes, nous en sommes toujours revenu à la forme en soufflet représenté dans la figure 1.

Comme dimensions, nous conseillons deux formats suivant les cas : le sac de 125 litres, qui

suffit pour une séance de 3/4 d'heure à 1 heure, et celui de 250 litres, qui donne de l'oxygène pendant 1 h. 1/2 ou 2 heures.

Le bon marché apparent coûte parfois trop cher, dit-on. C'est bien le cas pour les sacs à gaz. Un sac d'une dimension déterminée peut se rencontrer avec des différences de prix de 20 à 25 0/0. On en fabrique qui se composent uniquement d'une toile enduite d'une simple dissolution de caoutchouc. Cela peut être suffisant pour servir un petit nombre de fois ; mais, si on veut obtenir un sac d'un service sérieux et de longue durée, et surtout si on doit le charger beaucoup, il faut qu'il soit d'une tout autre qualité. Les feuilles de caoutchouc qui entrent dans sa fabrication étant d'un prix élevé, le sac coûtera nécessairement plus cher en apparence : mais, avec un long usage, il finira par revenir à un prix moindre que si l'on était obligé de le remplacer plus souvent par un autre sac d'un prix moins élevé. De plus, un sac bien conditionné est réparable, tandis que les autres peuvent rarement l'être.

Nous croyons devoir ajouter que les sacs deviennent parfois assez durs, lorsqu'ils sont restés longtemps exposés au froid sans servir. Il suffit, pour leur rendre leur souplesse primitive, de les disposer pendant quelques heures, à deux ou trois mètres d'une cheminée ou d'un poêle, ou bien de verser à l'intérieur quelques litres d'eau à une température d'environ 40°. Nous avons ainsi ramené

à leur état primitif des sacs qui n'avaient pas servi depuis une dizaine d'années (1).

Soit par suite de l'action chimique du gaz sur le caoutchouc, soit par suite de la température élevée qui a pu se produire pendant les étés, les parois intérieures des sacs se collent quelquefois. Pour remédier à cet inconvénient, il suffit d'introduire dans le sac une certaine quantité de poudre de talc, de cette poudre blanche que les gantiers mettent dans les gants. On agite alors le sac de façon à ce que la poudre recouvre toute la surface des parois, et on fait sortir l'excédent. En effet, s'il y avait excès de cette poudre, elle pourrait être entraînée dans les robinets et le chalumeau, et, par suite, obstruer le passage.

Dans quelques cas spéciaux, on peut se servir de gazomètres en métal, dont les dimensions varient suivant les services qu'ils sont appelés à rendre.

Il ne faut pas perdre de vue que les métaux, le zinc principalement, sont attaqués lorsque l'eau devient acide.

Il est arrivé que des gazomètres contenant de l'oxygène et n'ayant pas servi depuis longtemps ont fait explosion lorsqu'on a recommencé à en faire usage.

En présence du métal, l'eau devenue acide avait évidemment dégagé de l'hydrogène, et, au lieu

(1) Pour protéger les sacs contre les frottements extérieurs, il est bon de les recouvrir d'une housse en toile forte.

d'avoir de l'oxygène pur dans le gazomètre, il s'y trouvait un mélange explosif.

Il faut donc enduire d'un vernis, inattaquable à l'eau, l'intérieur des gazomètres destinés à contenir de l'oxygène, surtout si ce gaz doit y séjourner longtemps.

Il est bon également de renouveler l'eau de temps en temps.

Pour remplir un sac de 250 à 270 litres, il faut mettre dans la marmite A 1 kilogramme de chlorate de potasse et 1 kilogramme de peroxyde de manganèse, *ce dernier ayant été préalablement calciné.*

Il est bien entendu que, pour remplir un sac d'une capacité moitié moindre, la quantité de produits sera également diminuée de moitié. La diminution serait la même proportionnellement pour toute autre quantité de gaz que l'on voudrait obtenir.

Les produits ne doivent pas être mis l'un après l'autre dans la marmite ; au contraire, ils doivent y être bien mélangés. A cet effet, on les verse sur une feuille de papier, où il est facile, à l'aide d'un couteau de bois ou d'une palette, d'effectuer ledit mélange.

Les produits étant dans la marmite, on coule dans la rigole du plâtre à mouler, gâché, ni trop liquide ni trop épais ; puis on met en place le couvercle C (fig. 1), dont le tour doit être pareillement plâtré.

Au bout d'une demi-heure environ, c'est-à-dire

quand le plâtre est bien sec, la marmite est prête à être chauffée.

Au tube D de la marmite s'adapte un tube de caoutchouc E, dont l'autre extrémité se fixe à la tubulure du laveur F. Sur cette tubulure, se trouve écrit le mot ENTRÉE. A l'autre tubulure, portant le mot SORTIE, s'adapte le tube de caoutchouc G, dont l'autre extrémité doit être chaussée plus tard sur le robinet du sac.

On remplit à moitié avec de l'eau le laveur F, dans la grosse tubulure duquel on introduit un tube en verre H, traversant un bouchon de liège ou de caoutchouc.

Pour purifier plus complètement l'oxygène, il est bon de faire dissoudre un peu de potasse dans l'eau du laveur, ou d'y mettre de la chaux en poudre.

Le tout étant ainsi disposé, on allume le feu sous la marmite. Ce feu peut être entretenu soit avec du charbon de bois, soit même avec de petits fagots, ce qui est préférable, parce que la flamme du bois peut envelopper la marmite. Un chauffage au gaz d'éclairage, pouvant être modéré à volonté, est encore d'un très bon emploi, et, si on a le gaz à sa disposition, on ne devra pas hésiter à s'en servir. Il nécessite, à la vérité, l'emploi d'un petit fourneau spécial, mais qui présente l'avantage de n'exiger que peu de surveillance, une fois l'opération mise en route.

Aussitôt que l'influence de la chaleur se fait

sentir, on entend un barbotement dans le laveur : c'est le gaz qui commence à se dégager.

On laisse perdre la première partie du gaz qui se dégage, car elle emporte l'air qui se trouvait à l'intérieur de l'appareil. Au bout de quelques instants, lorsque le barbotement devient plus rapide, on essaye le gaz au bout du tube G, en présentant à l'orifice du tube une allumette éteinte, mais encore en ignition. Elle doit se rallumer aussitôt, si le gaz qui arrive à l'ouverture du tube est bien de l'oxygène pur.

Dès que la pureté de l'oxygène a été constatée, on chausse le tube G sur le robinet du sac, en ayant soin de tenir ce robinet ouvert, ce qui est facile à constater par la position de la clef. Quand elle est en travers, le robinet est fermé ; c'est le contraire qui a lieu quand elle est en long. Tous nos robinets de sacs, chalumeaux, etc., sont ouverts lorsque la clef est en long.

On continue à entretenir le feu, et l'opération suit son cours.

Au bout d'environ une demi-heure ou de trois quarts d'heure, le barbotement se ralentit et cesse assez brusquement.

Il faut à ce moment fermer le sac, qui est alors plein, et retirer de suite le tube E de la marmite.

Lorsque la marmite est refroidie, on enlève le couvercle, et, avec le premier morceau de fer venu, on détache le résidu qui s'y trouve.

Ce résidu ne doit pas être jeté, car il y aura lieu d'en faire emploi, comme on le verra plus loin.

Pendant l'opération, n'oublions pas de faire remarquer que le laveur doit être placé plus bas que la marmite, et que le sac doit, au contraire, être tenu plus élevé.

Quand l'appareil est monté, il est bon, avant de commencer, de souffler au travers des tuyaux, afin de s'assurer qu'ils sont libres de tout obstacle.

Remarque. Nous recommandons d'employer du peroxyde de manganèse, préalablement calciné et en grains plutôt qu'en poudre, parce que le peroxyde de manganèse, tel qu'on le trouve dans le commerce, contient presque toujours des impuretés, telles que du charbon, de la paille, de petits morceaux de bois et d'autres produits végétaux, qui ont l'inconvénient de produire une combustion dans la marmite et, par suite, de faire manquer l'opération.

Il faut donc, lorsqu'on fait un nouvel achat de peroxyde de manganèse, le calciner avant de l'employer, ce qui est facile. On le dispose, à cet effet, sur une plaque de tôle ou dans une poêle à frire. Cette calcination ayant pour objet de détruire toutes les matières végétales qui peuvent s'y trouver, il faut chauffer assez fortement pour rougir la plaque et la maintenir dans cet état pendant un quart d'heure environ.

Un résidu, provenant d'une opération précédente, a l'avantage de ne pas contenir ces matières végé-

tales. On peut donc s'en servir de nouveau ; mais auparavant il faut le laver à grande eau et le faire *sécher complètement* avant de l'employer une seconde fois.

Quand on vide la marmite, le mieux est de jeter le résidu dans un seau en bois plein d'eau ou dans un vase de terre, mais non dans un vase de métal. On le laisse séjourner dans l'eau pendant quelques heures, puis on rince une ou deux fois, en changeant cette eau. Enfin, on étend le résidu au soleil ou devant le feu pour le sécher complètement. Il faut éviter avec soin qu'aucun corps étranger ne vienne se mêler au résidu pendant qu'il sèche. Ce résidu peut ainsi servir indéfiniment.

Le manganèse calciné n'agit que comme corps inerte, servant à diviser le chlorate de potasse. Il rend la répartition de la chaleur plus égale ; mais il n'est pas d'une nécessité absolue que les deux produits soient mélangés par parties égales. Pour un kilogramme de chlorate, par exemple, on peut n'employer que 500, 600 ou 700 grammes de peroxyde de manganèse, mais alors la décomposition se fait moins régulièrement.

Le manganèse peut être remplacé au besoin par du sable de rivière ou de la brique pilée, à condition, toutefois, qu'il ne s'y trouve aucun corps organique. Aussi est-il nécessaire de la calciner comme il a été dit pour le manganèse.

Dans le cas où l'on opèrerait sur un mélange contenant une faible proportion de peroxyde de

manganèse, il faudrait conduire le feu plus lentement. Le chauffage au gaz, très bon pour les préparations de ce genre, devient excellent en cette circonstance, puisqu'on peut à volonté donner plus ou moins de flamme.

Il faut avoir soin d'employer le chlorate de potasse en paillettes ou en cristaux, et de ne pas le réduire en poudre; sans cela, on s'exposerait à un dégagement de gaz trop violent.

Avant de mettre le sac en communication avec l'appareil, il est bon de le rouler très serré sur lui-même, le robinet restant ouvert. On chasse ainsi l'air qui peut se trouver à l'intérieur et qui nuirait à la qualité de l'oxygène. Cette précaution est surtout indispensable lorsque le sac a été rempli précédemment d'hydrogène. Du reste, il est préférable de ne pas se servir du même sac pour y mettre successivement l'un et l'autre de ces deux gaz. Si on y était obligé par les circonstances, il faudrait, au préalable, gonfler le sac d'air, puis le vider complètement avant d'introduire le nouveau gaz.

Pendant la préparation de l'oxygène, il faut éviter de laisser refroidir l'appareil, même un seul instant.

En effet, ce refroidissement déterminerait une condensation du gaz et ferait remonter l'eau du laveur dans l'intérieur de la cornue. L'eau, en contact avec les produits en fusion, serait décomposée, et il pourrait en résulter un accident.

Un fait de ce genre nous ayant été signalé, nous croyons devoir appeler l'attention du lecteur sur ce détail. Cette possibilité d'accident nous avait frappé il y a bien des années. Aussi avions-nous conseillé, à une certaine époque, de placer entre le laveur et la cornue un laveur sec ne contenant pas d'eau. Si l'absorption vient à se produire, l'eau passe dans le laveur sec et ne peut pas remonter dans la cornue, les tubes du laveur de sûreté étant disposés à cet effet. Nous construisons, du reste, des laveurs à double compartiment, permettant d'éviter cet inconvénient.

V

OXYGÈNE COMPRIMÉ

L'emploi de l'oxygène comprimé remonte déjà à bien des années. Pendant la guerre de Sécession, les Américains se servirent de la lumière Drummond sur une large échelle, principalement au siège de Charleston. Ils employaient alors de l'oxygène sous pression, contenu dans des cylindres, ainsi que de l'hydrogène, comprimé également dans d'autres réservoirs.

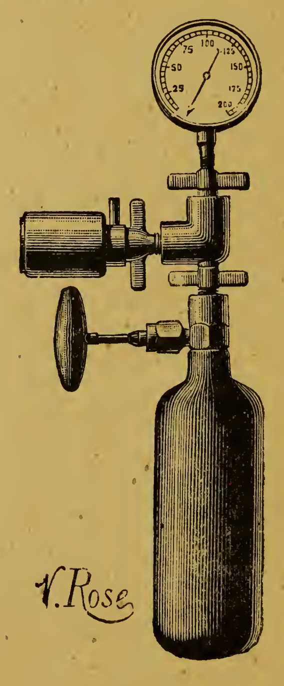


Fig. 5.

Depuis quelques années, on peut se procurer à Paris, à l'usine de Passy, de l'oxygène comprimé à 120 atmosphères dans des cylindres d'acier.

Cet oxygène, extrait de l'air atmosphérique par les

procédés de MM. Brin frères, est livré au public dans des tubes de diverses capacités, comme il est indiqué dans le tableau suivant :

LONGUEUR		DIAMÈTRE	POIDS APPROXIMATIF	CAPACITÉ	CONTENANCE A 120 ATM.
	m.	m.	kg.	lit.	lit.
A...	0.30	0,10	4,000	1,410	165
B...	0,60	0,10	7,000	3,000	350
C...	0,90	0,14	18,000	9,400	1,100
D...	1,65	0,14	35,000	18,000	2,200
E...	2,00	0,14	50,000	24,000	2,800
F...	2,50	0,14	60,000	29,500	3,500

On peut relier directement le cylindre avec le chalumeau à l'aide d'un tuyau de caoutchouc et régler le débit du gaz en ouvrant plus ou moins le robinet à vis dudit cylindre. Mais cette manière d'opérer est très laborieuse et peu pratique, surtout si l'on est appelé à interrompre plusieurs fois la lumière pendant une séance.

La figure 5 montre un cylindre muni d'un régulateur et d'un manomètre.

Le régulateur, qui peut être d'un système ou d'un autre, permet d'ouvrir sans tâtonnement le robinet du cylindre, et la lumière se règle ensuite à l'aide du robinet du chalumeau.

Le manomètre sert à connaître la quantité d'oxygène restant dans le cylindre. Pour l'évaluer en

litres, il suffit de multiplier le chiffre marqué au manomètre par celui de la capacité du tube. Par exemple, si le manomètre marque 80 sur un tube B, dont la capacité est de 3 litres, cela veut dire qu'il reste 240 litres d'oxygène.

En ouvrant trop brusquement le robinet du cylindre, on s'exposerait à mettre hors de service soit le régulateur, soit le manomètre. Il pourrait même en résulter des inconvénients plus graves. Aussi est-il recommandé de tourner la clef doucement et graduellement pour éviter le dégagement brusque du gaz.

Si, une fois le robinet ouvert, on entend un sifflement produit par le gaz s'échappant du joint du régulateur, il faut refermer le robinet, enlever le régulateur et essuyer avec soin les deux parties en contact. La fuite est généralement produite par l'intercalation d'un peu de poussière ou d'un petit corps étranger empêchant le contact intime des deux surfaces métalliques. Il faut surtout bien se garder d'assurer l'étanchéité avec de la graisse ou toute autre matière organique, car il pourrait alors en résulter un accident.

VI

PRÉPARATION DE L'HYDROGÈNE

Quand on n'a pas le gaz d'éclairage à sa disposition et que l'on veut obtenir une lumière plus intense que celle fournie par le chalumeau à alcool et à oxygène, il faut nécessairement recourir à l'emploi de l'hydrogène.

Dans les laboratoires, on se sert, à cet effet, de deux flacons en verre, d'une contenance de 6 à 8 litres, ayant chacun une tubulure à la partie inférieure. Les deux tubulures étant réunies par un tuyau de caoutchouc, on met au fond de l'un des flacons des débris de verre, de manière à le remplir jusqu'au-dessus de la tubulure ; puis on achève de remplir aux trois quarts avec du zinc en grenaille.

Dans l'autre flacon, on verse de l'eau acidulée, et, dès que le liquide, passant par le tuyau de caoutchouc, arrive sur le zinc, l'hydrogène se dégage. Cet appareil est simple et commode; cependant il a l'inconvénient de tous les appareils en verre, à savoir d'être d'une très grande fragilité, même mettant hors de cause les chances de casse

provenant des chocs. Nous avons eu souvent des flacons fendus par suite de l'élévation de la température, due à l'action chimique très intense qui se produit pendant l'opération. Aussi avons-nous

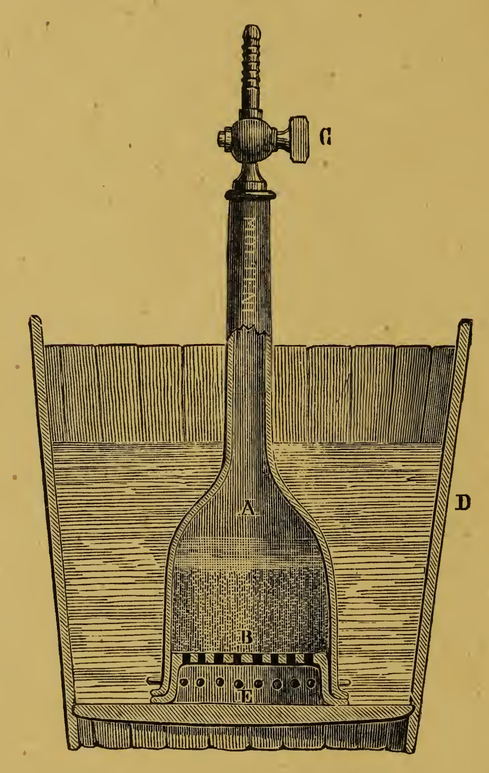


Fig. 5 *bis*.

abandonné cet appareil et adopté, après différentes transformations, celui représenté par la figure 5 *bis*.

A est une cloche en plomb, dont le fond mobile. B est percé de trous sur sa partie plate ; il en existe également une autre rangée dans son pourtour inférieur, afin de permettre au liquide de monter dans l'appareil.

La cloche A est surmontée d'un tuyau en plomb, terminé par un robinet C.

Pour charger l'appareil, on le retourne, de manière que le robinet se trouve en bas ; on enlève le fond, et on remplit la cloche aux trois quarts avec de la grenaille ou avec des rognures de zinc roulées sur elles-mêmes, puis on remet le fond en place.

Pour obtenir de l'hydrogène, il suffit de plonger l'appareil dans un baquet qui contient un mélange d'eau et d'acide sulfurique, renfermant une proportion d'un kilogr. d'acide pour 6 kilogr. d'eau.

Ce mélange doit être fait à l'avance afin de lui laisser le temps de se refroidir.

Comme il est bon de noyer complètement la cloche dans le liquide, si le baquet est un peu grand, on augmente la quantité d'eau et d'acide dans les proportions ci-dessus indiquées.

Si le liquide est en plus grande quantité qu'il n'est nécessaire, cet excédent n'est pas perdu, puisqu'il peut servir, jusqu'à épuisement, à une série d'opérations semblables.

Lorsqu'on plonge l'appareil dans le baquet, le robinet C étant fermé, il ne se produit rien, l'air intérieur s'opposant à la montée du liquide ; mais,

dès que l'on ouvre le robinet, l'air s'échappe, l'eau acidulée prend sa place et attaque le zinc. L'eau se décompose, et l'hydrogène se dégage.

Pour arrêter l'opération, il suffit de fermer le robinet ; le gaz, continuant à se former, refoule le liquide, et l'opération cesse d'elle-même. On peut suspendre et faire recommencer le dégagement autant de fois qu'on le désire, et cela, à des intervalles plus ou moins éloignés.

Comme on le voit, cet appareil excessivement simple se recommande par sa grande commodité, puisqu'une fois qu'il est installé, il suffit de tourner le robinet pour avoir de l'hydrogène.

Avec les appareils que nous construisons habituellement et qui sont faits pour être portatifs, on peut alimenter directement et pendant quelque temps un bec de petite ouverture ; mais ils sont surtout destinés à remplir des sacs ou des gazomètres.

Pour alimenter d'une façon continue un chalumeau à grosse ouverture, on donne à la cloche de plus fortes dimensions, ou bien l'on peut mettre en fonctions à la fois deux, trois, quatre appareils à hydrogène, etc., et amener au chalumeau, au moyen d'un tuyau unique, le gaz que dégagent ces appareils.

L'hydrogène peut être recueilli directement à la sortie de l'appareil. Cependant, comme il entraîne avec lui des traces d'acide, il est bon, pour ménager les sacs, de le faire passer auparavant dans

un laveur contenant de l'eau, rendue alcaline au moyen de potasse qu'on y fait dissoudre.

Le gaz est amené au sac par un tuyau de caoutchouc, adapté soit directement au robinet C, soit au tube de sortie du laveur. Avant d'établir la communication, il faut laisser perdre le premier gaz dégagé. Celui-ci est nécessairement mélangé à l'air, qui se trouvait répandu dans l'appareil et les tuyaux.

On aura aussi la précaution de bien vider le sac auparavant en le roulant sur lui-même, afin d'en chasser tout l'air qui pourrait y rester, comme il a été déjà dit précédemment.

Il importe de ne pas oublier que l'hydrogène n'est point inoffensif comme l'oxygène et qu'on doit éviter d'en approcher une lumière, attendu que la moindre fuite s'enflammerait.

Dans toutes les manipulations relatives à l'hydrogène, on est obligé de prendre les mêmes précautions que celles qui sont en usage pour le maniement du gaz d'éclairage. Il ne faut pas le laisser échapper dans l'appartement et surtout ne pas rechercher les fuites à l'aide d'une lumière.

Si l'oxygène peut, sans inconvénient, être conservé dans un sac, il n'en est pas de même de l'hydrogène, et nous recommandons, à cet égard, d'une manière toute spéciale, de ne jamais employer que de l'hydrogène préparé le jour même. En se servant d'hydrogène préparé depuis plusieurs jours, on est exposé à ce que l'air se soit infiltré

dans le sac, soit par endosmose, soit autrement, et qu'il y ait formé un mélange explosif.

Pour des raisons semblables, on ne doit pas employer de l'hydrogène conservé depuis un certain temps dans un gazomètre, même en métal.

VII

PRODUCTION DE LA LUMIÈRE OXYHYDRIQUE

Première manière d'opérer sans réservoir d'hydrogène.

Lorsqu'on peut disposer de gaz d'éclairage, en même temps que d'un sac rempli d'oxygène, la production de la lumière oxyhydrique est tellement simple, que journellement nous préférons allumer un chalumeau pour essayer un appareil ou même pour éclairer un travail fait la nuit, plutôt que de nous servir d'une lampe ordinaire. Remplir celle-ci d'huile, y mettre une mèche, la couper, nettoyer le verre, etc. etc., nous semble une besogne beaucoup plus désagréable que celle qui consiste à tourner simplement des robinets et à présenter une allumette au bec du chalumeau.

En effet, trouvant tous les éléments réunis sous sa main, on n'a plus que trois choses à faire : mettre un bâton de chaux en place, adapter les deux tuyaux de caoutchouc au robinet, puis allumer.

Nous répèterons encore que cette première ma-

nière d'opérer n'offre absolument aucun danger.

La figure 6 représente le sac rempli d'oxygène, engagé sous son pressoir. Ce pressoir se compose de deux fortes planches réunies par des charnières et ayant une échancrure, par laquelle on laisse passer le robinet du sac. Vers l'extrémité supérieure de la planche de dessus, se trouve une traverse, derrière laquelle on met les poids qui doivent comprimer le gaz et le chasser dans le chalumeau.



Fig. 6.

Sur un sac de 250 litres, il est bon de mettre, en moyenne, de 70 à 80 kilogr. Cette pression, du reste, peut varier suivant l'intensité que l'on veut obtenir. On trouvera plus loin des renseignements précis à cet égard.

Avec une charge de 80 k., un sac de 250 litres dure 1 h. 1/2 à 2 heures, suivant la façon dont on règle les robinets du chalumeau.

Sur un sac plus petit, la quantité de poids à mettre sera nécessairement moindre.

Le chalumeau représenté par la fig. 7 permet d'éviter tout mélange des gaz. C'est celui-là qui

convient le mieux pour qu'on ait la certitude que les deux gaz sont complètement isolés l'un de l'autre, puisque les deux tuyaux D et E sont indépendants et que les gaz ne peuvent se réunir qu'à la sortie, en F, c'est-à-dire à l'air libre.

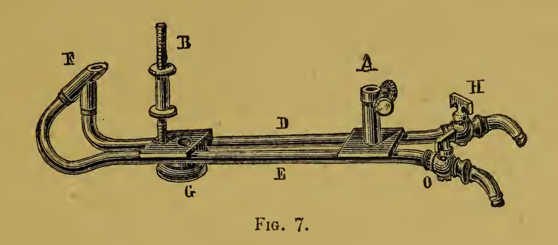


Fig. 7.

Cette disposition a de plus l'avantage énorme de permettre d'employer les deux gaz avec des pressions très différentes. Ceci est particulièrement indispensable dans le cas qui nous occupe, puisque le gaz des villes n'arrive à destination qu'avec une pression de 2, 3, 4, 5 centimètres d'eau, pression bien inférieure à celle à laquelle est soumis ce même gaz dans le gazomètre de la compagnie, tandis que l'oxygène, chargé comme on vient de l'indiquer, subit une pression variant entre 12 et 20 centimètres d'eau.

Les formes des chalumeaux à gaz indépendants varient à l'infini, suivant les besoins ; mais le principe reste le même. Ainsi nous employons également des chalumeaux concentriques, où les tubes, au lieu d'être séparés, sont renfermés l'un dans l'autre sur une partie de leur parcours.

Sur la broche B (fig. 7) se place le bâton de chaux, percé à l'avance d'un trou *ad hoc;* au robinet O s'adapte le tuyau de caoutchouc venant du sac, et au robinet H celui qui amène le gaz d'éclairage. Pour faire arriver celui-ci en abondance, il est préférable de prendre le gaz sur une amorce spéciale, donnant un large débit ; pour cela, un robinet, avec un trou d'un centimètre, est suffisant. Si l'on ne possède cette prise spéciale, on dévisse le bec de gaz le plus voisin, sur le pas de vis duquel on fixe le tuyau de caoutchouc.

On ouvre en premier le robinet H, et on allume l'hydrogène. Puis, doucement, on ouvre le robinet O, afin que l'oxygène n'arrive que graduellement. Sous l'influence du jet simultané des deux gaz, la chaux devient incandescente.

Mais il ne suffit pas d'avoir de la lumière ; il faut encore l'obtenir avec le plus d'intensité possible. De là la nécessité de procéder au réglage des robinets ; de ce réglage, qui a une très grande importance, dépend la quantité de lumière que l'on doit obtenir.

Réglage des robinets.

Si l'on opérait toujours avec de l'hydrogène pur, soumis à la même pression que l'oxygène, on pourrait pratiquer dans les robinets des ouvertures ayant des dimensions dans le rapport de 1 à 2, afin

de laisser arriver deux fois plus d'hydrogène. Il suffirait de les tenir tous les deux grands ouverts pour produire le maximum de lumière. Il n'en est pas ainsi lorsqu'on fait usage du gaz d'éclairage pris sur la tuyauterie d'un établissement. Non seulement le gaz est plus ou moins carburé suivant les villes, mais la pression varie d'un endroit à un autre. Dans une même maison, elle varie continuellement suivant que les becs des alentours sont en activité ou non. Chez nous, par exemple, lorsque le gaz des ateliers est allumé, nous n'avons dans notre salle d'expériences que 3 centimètres d'eau de pression; dès que le gaz de l'atelier est éteint, la pression monte à 5 et 6, et enfin, le soir, lorsque les magasins du quartier sont fermés, la pression s'élève jusqu'à 8 centimètres. De là l'impossibilité de pratiquer à l'avance les ouvertures convenables aux chalumeaux. De là aussi la nécessité de régler les ouvertures de robinet au moment d'opérer, et même, si une séance se prolonge un peu, il faut de temps à autre modifier le réglage.

Ce n'est pas en regardant le bâton de chaux, qui est éblouissant, qu'on peut se rendre compte sérieusement des changements d'intensité, mais bien plutôt en se guidant d'après le disque lumineux projeté par l'appareil sur l'écran.

Ceci dit, les figures 8, 9, 10 nous aideront à comprendre la marche à suivre pour le réglage.

Chaque figure représente les deux robinets d'un même chalumeau; les robinets sont respective-

ment marqués : O, pour celui de l'oxygène, et H pour celui de l'hydrogène.

Supposons d'abord que les deux robinets soient grands ouverts, comme l'indique la position des clés dans la figure 8. Il s'agit de savoir si nous devons les maintenir ainsi pour obtenir le maximum de lumière ; car nous ne devons pas perdre de vue que ce n'est pas tant la grande abondance du gaz qui nous donnera ce maximum, qu'une certaine proportion entre les deux gaz qu'il s'agit de trouver.

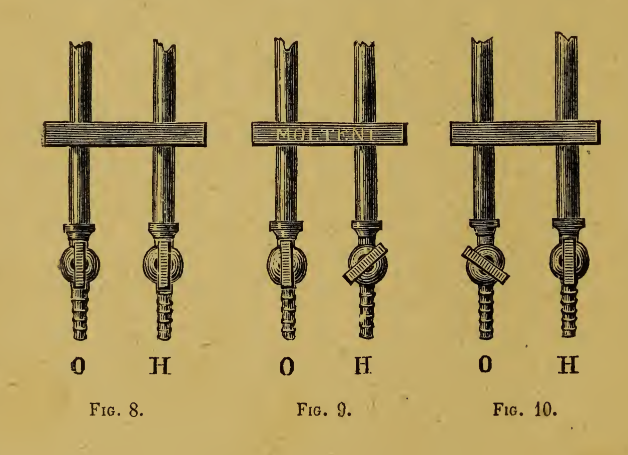


Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10.

Assurons-nous d'abord que ce n'est pas l'hydrogène qui arrive en abondance. Pour cela, refermons tout doucement le robinet H, en observant l'écran. Si la lumière augmente, c'est qu'effectivement nous en recevions trop auparavant.

Donc, manœuvrant le robinet, il faut que nous nous arrêtions à la position qui donne le maximum

de lumière. Les clés des robinets seront alors dans la position indiquée par la figure 9.

Si cette manœuvre du robinet H, au lieu de donner de la lumière, en enlève, il est évident que l'hydrogène n'est pas en excès. Rouvrons-le donc tout grand, et examinons maintenant si ce ne serait pas l'oxygène qui arriverait en trop grande quantité.

A cet effet, fermons lentement le robinet O. Si la lumière augmente, notre prévision étant fondée, après quelques tâtonnements, nous l'arrêterons à la position donnant le maximum d'intensité; les positions des clés des robinets seraient alors celles de la figure 10.

Ce n'est pas tout que d'avoir réussi à obtenir la plus grande somme de lumière possible; dans les conditions où les gaz arrivent aux chalumeaux, il faut maintenant voir si, en modifiant ces conditions d'arrivée des gaz, nous ne gagnerions pas encore de la lumière.

Les fig. 8, 9, 10 nous répondent immédiatement. Dans la figure 8, le maximum étant atteint, lorsque les deux robinets sont ouverts tout grands, les gaz sont utilisés complètement, et les pressions sous lesquelles ils arrivent ne doivent pas être modifiées.

Dans la situation indiquée par la figure 9, il n'arrive pas assez d'oxygène pour la quantité d'hydrogène dont nous pouvons disposer. Par conséquent, en chargeant davantage le sac d'oxygène, nous ga-

gnerons de la lumière. La figure 10 nous montre, au contraire, que c'est l'hydrogène qui fait défaut. Si on le peut, il faut donc s'arranger pour en faire arriver davantage.

N'oublions pas que le réglage de l'arrivée des gaz est le détail le plus important de l'emploi de l'éclairage oxyhydrique. Il faut donc compléter ces explications par les chiffres que nous avons relevés sur nos notes d'expériences, et qui montrent quelle est l'influence de la variation de la pression à laquelle sont soumis les deux gaz sur la marche de l'opération.

Sac d'oxygène	Pression d'eau	Éclairage équivalent à celui
chargé de 10 kilog.	3 centimètres	de 100 bougies
20 »	5 »	196 »
40 »	10 »	289 »
60 »	15 »	361 »
80 »	18 »	400 »

Cet essai a été fait avec un chalumeau semblable à celui de la figure 7, auquel le gaz d'éclairage arrivait sous une pression de 3 centimètres d'eau.

Au-delà de 80 kilogr., les deux robinets étaient tout grands ouverts; nous avions donc atteint la limite à laquelle le gaz d'éclairage, sous la pression de 3 centimètres, nous permettait d'arriver. Pour obtenir plus de lumière, il aurait fallu attendre dans la soirée que sa pression montât à 6 ou 8 centimètres. Nous aurions pu alors charger davan-

tage l'oxygène et gagner encore une quantité notable de lumière.

Lorsqu'on emmagasine l'hydrogène et qu'on peut soumettre les deux gaz à des pressions de plus en plus fortes, on va bien au-delà des résultats que nous annonçons; mais alors l'emploi des deux gaz n'a plus la simplicité que lui donne l'usage d'un seul sac d'oxygène. Quant à l'emploi des réservoirs pleins d'hydrogène, il rend toujours indispensables certaines précautions, dont on n'a pas à se préoccuper lorsqu'on se sert uniquement du gaz de la rue.

Dans le chalumeau de la figure 7, on doit remarquer le bouton G, qui est à vis et qui sert à fixer le porte-chaux à une place déterminée. Cette chaux doit être d'autant plus éloignée du bec E, que l'on opère sous de plus fortes pressions et que le chalumeau est à plus larges ouvertures. Dans les conditions ordinaires d'emploi du gaz d'éclairage, le sac d'oxygène étant chargé de 60 à 80 kilogrammes, le côté du bâton de chaux, qui est le plus voisin du bec, doit en être éloigné de 5 millimètres environ. Cette distance une fois déterminée, il n'y a plus à la changer, à moins que l'on ne vienne à modifier également les conditions dans lesquelles on opère.

Le bâton de chaux repose sur un support qui monte et descend au moyen d'une vis, en faisant tourner la chaux sur elle-même. Le but de ce double mouvement est d'abord de régler la hau-

teur à laquelle doit être disposé le bâton de chaux, de façon que le foyer lumineux se forme en son milieu. Il a aussi pour effet de permettre, de temps en temps, tous les quarts d'heure environ, de faire tourner le bâton de chaux, de manière qu'il présente à la flamme une surface neuve, dont l'intensité soit plus grande que celle du point déjà attaqué.

Ce mouvement a d'autant plus d'importance, que la chaux, sous l'action si intense des gaz, se creuse et rejette souvent la flamme en avant, ce qui peut déterminer la rupture de la lentille.

Lorsqu'on a allumé l'hydrogène, il est bon de faire tourner plusieurs fois le bâton de chaux sur lui-même, pour l'échauffer également, et de continuer ainsi quelque temps en ne faisant arriver que peu d'oxygène, pour que la chaux ne craque point, comme cela pourrait arriver sous l'action d'une élévation trop brusque de température.

De tous les corps recommandés pour l'éclairage oxyhydrique, c'est la chaux que l'on doit préférer dans le cas de l'application de cette lumière aux projections. L'intensité et la blancheur de sa lumière ne sont surpassées par aucune autre matière.

Il y a deux manières de préparer le bâton de chaux. On peut employer la voie humide pour le mouler ; on peut aussi tailler le bâton dans un bloc de chaux vive. Ce dernier système est celui que nous recommandons plus particulièrement.

La chaux, étant très tendre, est facile à scier avec une scie ordinaire.

On prend un bloc de chaux vive. On le débite en plaques ou tranches de 20 à 25 millimètres d'épaisseur; on divise ensuite des plaques en morceaux carrés que l'on arrondit plus ou moins en abattant les arêtes avec une râpe. Enfin on perce au centre du bâton un trou dans lequel doit entrer la broche du porte-chaux.

Les bâtons ainsi préparés sont mis, avec de la chaux en poudre, dans un bocal hermétiquement bouché, de manière à les soustraire à l'action de l'humidité.

Les bâtons ronds, que l'on trouve dans le commerce, étant fabriqués mécaniquement, sont parfaitement cylindriques; mais une régularité aussi absolue n'est pas nécessaire pour obtenir de bons résultats. La nature de la chaux a une importance beaucoup plus grande; aussi, quand, après plusieurs essais, on rencontre la qualité voulue, il est sage d'en préparer plusieurs bocaux à l'avance, que l'on cachette, s'ils ne doivent pas être employés de suite.

Au besoin, avec du marbre blanc, on peut faire des bâtons qui donnent une assez bonne lumière; mais la chaux est infiniment préférable.

Seconde manière d'opérer avec un réservoir d'hydrogène.

a. Avec chalumeau à gaz indépendants (fig. 7).

Si l'on n'a pas le gaz d'éclairage à sa portée, il faut nécessairement aller s'approvisionner au loin, en remplissant à l'avance des sacs à gaz, ou préparer sur place de l'hydrogène que l'on recueille également dans un sac ou dans un gazomètre.

Une fois que l'on possède ce sac rempli d'hydrogène et un autre rempli d'oxygène, ce qu'on a de mieux à faire est de les mettre chacun sous un pressoir spécial.

Avec le chalumeau à gaz indépendants, il importe de déterminer, une fois pour toutes, dans quelles proportions les deux pressoirs doivent être respectivement chargés. Cette proportion varie d'un chalumeau à l'autre.

Cette détermination se fait en opérant comme nous avons dit pour le réglage des gaz.

Cependant, si l'on ne veut pas s'astreindre à cette expérience préliminaire, ou si le manque de temps ne le permet pas, on n'a qu'à charger également les deux sacs, et à régler simplement le débit respectif des deux gaz au moyen des robinets.

Mais rappelons-nous encore qu'il y a deux procédés (qui sont indiqués pages 58 et suivantes) pour régler l'arrivée des gaz : ou l'on a recours aux

robinets, ou bien on agit avec les pressions, et c'est surtout lorsqu'on a la possibilité de faire varier celle de l'hydrogène que l'on peut profiter du second moyen.

Comme exemple, nous pouvons citer l'appareil qui nous sert dans les endroits où il n'y a pas de gaz d'éclairage. Nous en obtenons un maximum d'intensité, robinets tout grands ouverts, avec une charge de 100 kilogr. sur l'oxygène et de 60 kilogr. sur l'hydrogène. Les robinets servent alors, pendant la séance, à modifier le débit, lorsque, par suite de l'affaissement des sacs, les pressions se modifient légèrement.

Dans certains cas, il est commode de placer les deux sacs sous le même pressoir. On économise le peu de place dont on dispose ordinairement : on fait aussi économie de matériel; mais on ne peut satisfaire ainsi qu'aux besoins de séances assez courtes, car les sacs, pour tenir ensemble entre les deux planches, doivent être beaucoup moins remplis.

Il y a encore une autre disposition de pressoir double, dans laquelle les sacs sont placés tête-bêche; mais l'expérience nous a amené à préférer la séparation des pressoirs (1).

Il ne faut pas perdre de vue que, si l'on emploie de l'hydrogène pur, on doit se munir de deux sacs de ce gaz contre un d'oxygène.

(1) Lorsqu'on emploie un chalumeau à gaz indépendants, fig. 7.

Avec le gaz d'éclairage, la proportion n'est plus la même et varie suivant le degré de carburation de l'hydrogène. Plus le gaz est carburé, et plus on consomme d'oxygène. Malgré cela, on fait toujours bien de s'approvisionner de ce gaz d'éclairage en quantité double de la quantité d'oxygène. Après quelques essais faits au moyen d'un même gaz, on est à même d'apprécier quelle est l'exacte quantité nécessaire.

Pour le reste de l'opération, ces dernières indications mises à part, la marche à suivre est la même que lorsqu'on opère avec le gaz ordinaire.

b. Avec chalumeau à gaz combinés.

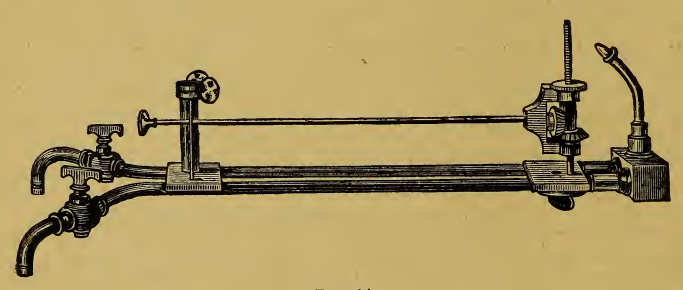


Fig. 11.

Le chalumeau de la fig. 11 est construit de telle sorte que les gaz se mélangent avant la sortie, qui s'effectue par une ouverture très petite. Il donne plus de lumière qu'aucun autre, et cela, avec une faible consommation de gaz. Aussi est-il employé pour

produire les effets de théâtre, où l'on a besoin de beaucoup de lumière; mais il faut se rappeler ce qui a déjà été dit : les chalumeaux à gaz combinés peuvent, dans certains cas, présenter quelque danger, dans le cas, par exemple, où il y aurait un mélange de gaz dans les sacs, mélange provenant d'une différence de pression. On évite cet inconvénient en plaçant les deux sacs sous le pressoir double, représenté par la fig. 12, et

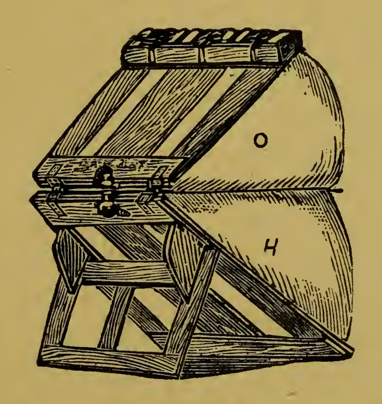


Fig. 12.

en ne touchant jamais aux poids. Surtout si l'on veut en enlever, il faut au préalable fermer les robinets des chalumeaux. Enfin, comme on ne saurait jamais être trop prudent, on peut établir des soupapes de sûreté entre les sacs et les chalumeaux. Ces soupapes s'ouvrent sous la pression des gaz sortant des sacs et se ferment si la

pression vient à se produire en sens inverse (1). Mais il peut aussi arriver que, par suite d'une erreur, en remplissant les sacs, on mette de l'hydrogène dans le sac à oxygène, ou réciproquement; comme il reste toujours un peu de gaz de la veille, on prépare ainsi un mélange qui fait explosion dès qu'on allume le chalumeau.

Lorsqu'on opère par la première méthode (page 65), cet accident n'est jamais à redouter; aussi n'aurions-nous pas parlé de l'emploi des gaz combinés, si on n'en faisait usage dans certains cas; mais on ne doit jamais s'en servir pour les projections dans les établissements d'enseignement ni dans les familles.

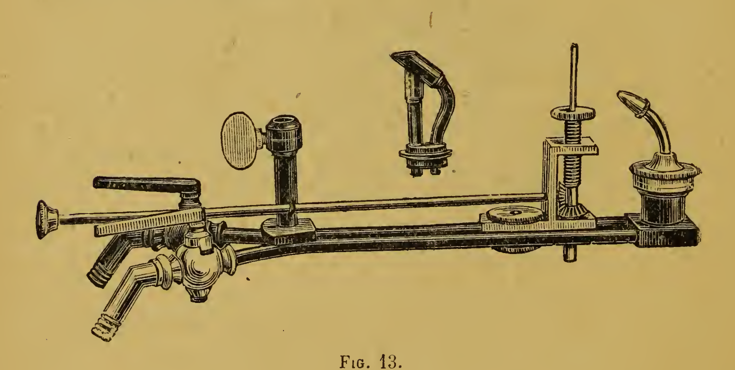


Fig. 13.

Du reste, il est facile d'avoir un chalumeau à deux fins, comme celui représenté fig. 13, qui sert

(1) Les tubes de sûreté dont il est question au chapitre relatif à l'éclairage oxy-éthérique sont préférables.

à volonté de chalumeau à gaz combinés ou de chalumeau à gaz indépendants.

Lorsqu'on opère avec les gaz combinés, le réglage des robinets est plus délicat qu'avec les gaz indépendants. Il faut donner la proportion mathématique de chaque gaz pour obtenir le maximum de lumière; aussi, tenant les clefs des robinets de chaque main, et regardant la projection, on les manœuvre très lentement, car, si l'on dépasse tant soit peu le point voulu, la lumière perd immédiatement de son éclat. Nous avons même construit, à cet effet, dans certaines circonstances, des robinets à vis, permettant de modifier dans une très faible proportion les ouvertures par lesquelles passent les gaz.

La chaux employée doit être plus dure que celle servant pour les chalumeaux ordinaires. Il faut aussi que sa position soit modifiée. Elle doit être rapprochée de façon à presque toucher le bec, c'est-à-dire à un ou deux millimètres, tandis que dans le chalumeau à gaz indépendants la chaux est à une distance variant entre cinq et dix millimètres, suivant la pression.

VIII

PRODUCTION DE LA LUMIÈRE OXYCALCIQUE

(3e *mode d'emploi de l'oxygène*)

Lorsqu'on n'a pas à sa disposition le gaz d'éclai rage et qu'on ne veut pas s'astreindre à préparer de l'hydrogène, il faut avoir recours au chalumeau oxycalcique, dans lequel la flamme du gaz est remplacée par celle d'un liquide inflammable. L'alcool a l'avantage de donner assez de chaleur et n'a pas l'inconvénient de faire charbonner la mèche, comme d'autres liquides plus ou moins carburés.

Pour obtenir la lumière oxycalcique, il suffit de diriger un jet d'oxygène au travers de la flamme d'une lampe à alcool ordinaire et de lancer le dard ainsi obtenu sur un bâton de chaux, qui devient immédiatement incandescent.

On voit de suite qu'on peut obtenir ce résultat par une disposition très simple. Cependant, pour éviter un trop grand échauffement du réservoir contenant l'alcool, on a dû donner à la lampe une forme spéciale, représentée par la figure 14.

Le réservoir, reporté en arrière, de façon à être en dehors de l'appareil, reste toujours froid ; de

plus, il est à niveau constant et assez grand pour contenir une notable provision d'alcool.

L'oxygène arrive par le robinet qui se trouve à gauche de la figure.



Fig. 14.

Ayant rempli le réservoir, placé une mèche de coton dans le porte-mèche, et disposé le bâton de chaux sur sa broche, on allume la mèche, puis l'on fait arriver l'oxygène.

Le maniement de ce chalumeau peut paraître plus simple que celui du chalumeau aux deux gaz ; cependant, pour obtenir un bon éclairage, il faut y apporter plus de soin, et on n'arrive pas toujours du premier coup à en obtenir le maximum d'intensité.

En indiquant la puissance des différents modes d'éclairage, nous avons donné deux chiffres, 100 et 200, pour la lumière oxycalcique. C'est qu'en effet,

avec un même chalumeau, suivant la façon dont on dispose la mèche, les résultats peuvent être aussi variables.

Quelques personnes prétendent qu'avec l'éclairage à l'alcool on obtient autant de lumière qu'avec l'éclairage produit par les deux gaz réunis. Cela est vrai dans certaines limites. Si, par exemple, on rapproche le maximum de puissance de l'éclairage oxycalcique du minimum de la lumière oxyhydrique ; mais, si on se reporte à ce qui a été dit au sujet du réglage du débit des gaz, on comprendra facilement que, ne pouvant pas soumettre l'alcool à une pression variable, on ne saurait obtenir des intensités équivalant à la lumière de 400 ou de 500 bougies avec un chalumeau à lumière oxycalcique. C'est par la manière dont on dispose la mèche que l'on arrive à obtenir plus ou moins de lumière.

Les commençants ne doivent donc pas se décourager s'ils n'arrivent pas de suite au résultat cherché. Il faut s'armer d'un peu de patience et se munir d'une petite pince, comme celles qui accompagnent les microscopes, et, à l'aide de cette pince, on dispose la mèche comme il va être dit :

On fait sortir la mèche de manière que les fils de coton dépassent le bec du chalumeau ; puis, à l'aide de la pince, on les sépare en deux parties, de manière à ouvrir un passage au gaz au travers du coton. C'est dans ce chemin frayé que s'élance l'oxygène, entraînant avec lui la flamme pour la projeter sur la chaux.

Pendant que le chalumeau fonctionne, on rapproche plus ou moins les deux parties de la mèche, et l'on voit l'intensité augmenter ; mais il faut avoir soin, quand on rapproche ainsi les deux moitiés de la mèche, de veiller à ce que rien ne vienne se mettre en travers du passage de l'oxygène ; car, immédiatement, la lumière diminuerait.

En très peu de temps, on se rend compte de la meilleure disposition à donner à la mèche, et cet éclairage rend alors des services réels.

Le réglage des robinets, tout en n'ayant pas ici la même importance que lorsqu'on emploie deux gaz pour produire la lumière, ne doit pas cependant être entièrement négligé. Il faut encore tourner plus ou moins la clef, car l'excès, comme l'insuffisance d'oxygène, empêcherait également d'obtenir tout ce que le chalumeau peut donner. Avant d'allumer la mèche, il est bon de verser dessus quelques gouttes d'alcool, afin de bien l'imbiber et d'éviter qu'elle ne se carbonise au moment de l'allumage.

Il ne faut pas oublier non plus que les chalumeaux oxycalciques doivent être disposés horizontalement : car, si l'appareil était penché en arrière, l'alcool n'arriverait plus à la mèche en quantité suffisante.

Par contre, si l'instrument était incliné en avant, l'alcool s'échapperait par le porte-mèche.

On peut, il est vrai, munir les chalumeaux d'une articulation permettant de les ramener à la position

horizontale, quelle que soit l'inclinaison de l'appareil.

Nous avons modifié le chalumeau oxycalcique comme le représente la figure 15. A la place d'un porte-mèche ordinaire, dont le réglage, pour manœuvrer la mèche, exige les soins que nous avons mentionnés plus haut, nous avons disposé un bec concentrique, dans lequel, au centre d'une mèche cylindrique, arrive le courant d'oxygène. Le réglage se borne alors à lever plus ou moins la mèche, suivant l'intensité de lumière que l'on veut obtenir.

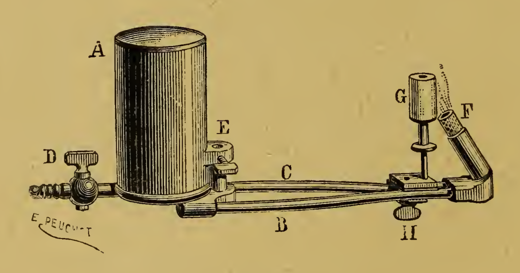


Fig. 15.

Nous venons de parler du chalumeau aux deux gaz et du chalumeau à lumière oxycalcique. Il y a lieu de noter que l'on peut se servir également de chalumeaux construits de manière à pouvoir à volonté produire l'une ou l'autre de ces deux espèces de lumière.

IX

LUMIÈRE OXY-ÉTHÉRIQUE

La lumière *oxy-éthérique* diffère de la lumière oxyhydrique en ce que le gaz inflammable, l'hydrogène, y est remplacé par des vapeurs d'éther ou de gazoline, que l'on mélange avec l'oxygène pour rendre la chaux incandescente.

Dans une brochure sur les éclairages modernes, publiée en 1867, l'abbé Moigno disait: *L'oxygène prendra aussi la place de l'air dans la production et la combustion des vapeurs de petrole du gaz Mille.* C'est à peu près ce que les Américains et les Anglais ont réalisé depuis une douzaine d'années. Ils ont construit des carburateurs contenant des liquides de faible densité, tels que l'éther ou des essences légères de pétrole. Au travers de ces liquides passe un courant d'oxygène, qui, ainsi chargé de vapeur, peut être enflammé à la sortie du chalumeau.

Les appareils construits d'après ce principe sont de différentes sortes.

Les premiers qu'on a employés contenaient de l'éther à l'état liquide, au travers ou au-dessus

duquel passait le courant d'oxygène. Celui-ci se chargeait abondamment de vapeurs. On obtenait ainsi un mélange donnant une flamme suffisamment nourrie tant qu'il y avait de l'éther dans l'appareil, ce qui est une condition indispensable pour la bonne marche de la lumière. Si la flamme pâlit, c'est que les vapeurs d'éther font défaut, et l'on est exposé à ce que la flamme se propage dans l'intérieur de l'appareil et détermine une explosion. Malgré l'avantage que présentent les carburateurs à liquide, des accidents arrivés avec ce système firent rechercher une autre disposition.

En 1882, M. Yves fit patenter en Amérique l'appareil appelé « Yves Saturator », dans lequel le liquide volatil, au lieu d'être employé à l'état libre, est emmagasiné dans des matières spongieuses, flanelle ou feutre, au travers desquelles passe l'oxygène.

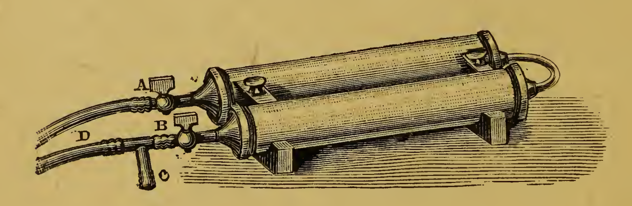


Fig. 17.

La figure 17 représente un modèle de carburateur sans liquide. Il se construit avec 1, 2 ou 3 cylindres, suivant les circonstances. Les cylindres sont en laiton et mesurent, en moyenne, de 30 à

35 centimètres de longueur sur 5 centimètres de diamètre. A l'intérieur sont logées les matières spongieuses destinées à absorber le liquide.

Pour charger l'appareil, on le place verticalement, on enlève les fermetures à vis, et on remplit les cylindres avec de l'éther méthylique de la meilleure qualité ou, mieux, avec de l'essence minérale légère, connue sous le nom de *gazoline*, dont la densité est environ 650. Au bout d'une ou deux minutes, on reverse le liquide sans cependant égoutter complètement le récipient. Les fermetures sont remises en place, et le carburateur est placé dans une position horizontale.

Bien entendu, cette opération est faite loin de toute lumière, et de préférence au dehors.

Quelques minutes avant de commencer les projections, l'appareil est placé près de la lanterne. Le robinet A (fig. 17) est relié par un tuyau de caoutchouc de 30 à 40 centimètres de long au robinet d'hydrogène du chalumeau. L'autre robinet B est relié à un T, dont la branche C est en communication avec le réservoir, sac ou tube, contenant l'oxygène. La troisième branche est réunie par un tuyau D au robinet O du chalumeau.

Dans cet état, l'oxygène arrivant par C se divise en deux portions. L'une traverse le carburateur, se charge de vapeur, ressort par A pour aller au robinet du chalumeau qui reçoit habituellement l'hydrogène. L'autre portion, qui sera de l'oxygène

non carburé, ira par D directement à l'autre robinet O du chalumeau.

Tous les robinets étant fermés, pour mettre l'appareil en marche, on ouvre en premier le robinet à hydrogène du chalumeau, puis ceux du carburateur, et enfin le robinet du réservoir, sac ou cylindre. On attend deux ou trois secondes avant d'allumer, afin de laisser échapper l'air contenu dans la tuyauterie.

Il est à noter que cet ordre, pour l'ouverture des différents robinets, doit être *rigoureusement* suivi. En effet, si, par hasard, on ouvrait le robinet du réservoir le premier, il pourrait arriver que la pression de la vapeur d'éther dans le carburateur fût supérieure à la pression de l'oxygène dans le sac. Ce ne serait donc pas celui-ci qui se répandrait dans le carburateur; il pourrait au contraire se trouver refoulé par la vapeur d'éther qui le pourchasserait jusque dans le sac, et peut-être même y pénètrerait en y formant un mélange explosif.

On allume; puis, ouvrant tout doucement le robinet à oxygène du chalumeau, on règle la lumière comme d'habitude, de façon à lui faire donner son maximum d'intensité.

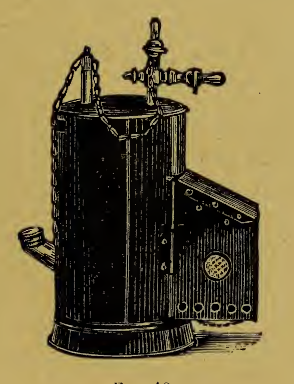
Pour éteindre, il faut fermer doucement en premier le robinet à oxygène du chalumeau, puis le robinet à hydrogène, enfin les robinets du carburateur; *on ferme le réservoir en dernier.*

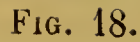
Au commencement de l'opération, le mélange inflammable, contenant relativement peu d'oxy-

gène, n'est pas explosif; mais, quand l'appareil a fonctionné un certain temps, la provision d'éther ou de gazoline s'épuisant, le mélange finit par ne plus contenir assez de vapeur carburée et devient explosif. Cela arrive d'autant plus vite, que la température extérieure est plus basse. En outre, le refroidissement causé par l'évaporation du liquide va en s'accélérant et diminue encore la quantité de vapeur émise.

Pour remédier à cet inconvénient, on entoure l'appareil d'étoffe de laine, molleton, flanelle ou autre, et on le place sur une brique chauffée ou sur une bouteille contenant de l'eau chaude.

L'appareil suivant, *carburateur à air chaud*, a été construit par M. Scott pour éviter cette manœuvre.




Fig. 18.

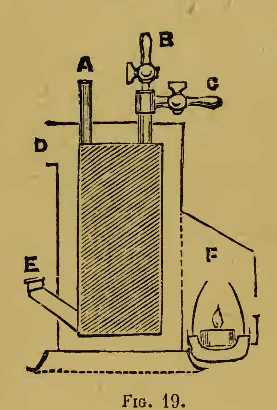


Fig. 19.

Les deux figures 18 et 19 représentent une vue extérieure et une coupe du carburateur à air chaud. Comme le précédent, cet appareil est rempli avec

une matière spongieuse absorbant l'éther ou la gazoline, dont l'excédent est rejeté, de façon à ne pas avoir de liquide à l'intérieur. Le fonctionnement est le même. L'oxygène, arrivant en C, se divise en deux portions : l'une, traversant le carburateur, se charge de vapeurs inflammables; elle sort par la tubulure A pour aller au robinet de l'hydrogène du chalumeau. L'autre portion de l'oxygène passe par le robinet B et va au robinet de l'oxygène.

Le cylindre intérieur est entouré d'une enveloppe dans laquelle l'air est légèrement échauffé par une veilleuse F, ce qui suffit à prévenir le trop grand refroidissement.

Il ne faut pas confondre cet appareil avec les carburateurs plus anciens, où l'on chauffait de l'éther liquide, dont on enflammait la vapeur. Cette sorte d'instrument est à déconseiller.

L'éther et la gazoline sont des liquides qu'on ne doit manier qu'avec prudence. Leurs vapeurs sont plus lourdes que l'air; elles se diffusent rapidement. Ces carburateurs ne doivent être mis qu'entre les mains d'opérateurs expérimentés, qui prendront toutes les précautions voulues.

La première de ces précautions est de n'opérer qu'avec des tubes de sûreté. Ces tubes sont garnis à l'intérieur de toiles métalliques entre lesquelles sont placés différents corps destinés à empêcher la flamme de revenir en arrière.

Les premiers tubes de sûreté étaient remplis

avec des rondelles de toile métallique, empilées les unes sur les autres, ou avec des aiguilles très fines. On a essayé aussi d'employer des morceaux de jonc ; mais le retour en arrière n'était pas toujours évité, malgré la finesse des interstices. Ceux-ci étant en ligne droite, la flamme arrivait à passer. On a alors employé d'autres matières, telles que de la laine légèrement tassée, de la pierre ponce finement granulée ou de la limaille d'étain.

Les tubes garnis avec ces matières ne présentent plus que des canaux brisés, dont les zigzags arrêtent la flamme et l'empêchent d'arriver au carburateur.

Il faut que les tubes de sûreté soient disposés le plus près possible du bec du chalumeau. On en intercale un tout près de chaque robinet entre ce robinet et le carburateur.

On a aussi indiqué l'utilité qu'il y aurait à en placer à l'entrée et à la sortie du carburateur, et même à la sortie du réservoir ; mais nous croyons qu'il y a là un excès de précaution, qui nuit à la production de la lumière, car il ne faut pas perdre de vue que chaque tube de sûreté diminue la pression et que l'on finirait par ne plus en avoir à la sortie du chalumeau.

En plus des tubes de sûreté, placés après les robinets, on met quelquefois un peu de laine dans la petite chambre à mélange qui précède le bec du chalumeau. Ce chalumeau, en effet, a une tendance à donner naissance à de petites détonations.

Les chalumeaux à employer sont du modèle des chalumeaux à gaz combinés (fig. 11).

Voici, en résumé, les précautions à prendre :

1° N'employer que de l'éther de très bonne qualité ou, de préférence, la gazoline, d'une densité de 650, cette essence ne contenant ni eau ni alcool, comme cela arrive avec l'éther ;

2° Avoir toujours une forte pression sur l'oxygène ;

3° Employer des tubes de sûreté ;

4° Eviter toute fuite ; graisser les joints et les robinets avec du savon ;

5° Se rappeler que, tant que la flamme est blanche ou plutôt jaune orangé, le mélange n'est pas explosif ; mais que, lorsqu'elle pâlit et tourne au bleu, c'est un indice qu'il n'y a plus assez de vapeurs carburées et que le mélange devient dangereux. Il faut alors arrêter et recharger le carburateur en évitant le voisinage du feu ou d'une lumière ;

6° Enfin *ne jamais fermer le sac ou le cylindre pendant que le chalumeau est allumé.*

X

ÉCLAIRAGE A LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE

Comme nous l'avons expliqué, la lumière électrique, au point de vue de son application aux projections, n'est indispensable que pour certaines expériences d'optique. Toutefois, il est bon de noter que, pour les projections proprement dites, son emploi laisse quelquefois à désirer, surtout si l'on considère qu'en produisant la lumière oxyhydrique dans certaines conditions on peut arriver à obtenir une intensité presque comparable à la lumière donnée par une batterie de 50 éléments Bunsen.

Quoi qu'il en soit, lorsqu'on nous le demande, nous adaptons cet éclairage à nos appareils. Nous allons donc donner, à cet égard, les quelques renseignements nécessaires.

Pour obtenir la lumière électrique, il faut d'abord produire l'électricité, puis la recueillir de manière à déterminer la formation de l'arc voltaïque.

Comme source productrice de l'électricité, on peut employer soit une machine dynamo-électrique mue par un moteur, soit une batterie élec-

trique composée d'un certain nombre d'éléments, que l'on charge avec des acides, soit enfin des accumulateurs.

Il y a actuellement plusieurs systèmes de machines dynamo-électriques, présentant chacun des avantages et des inconvénients. Le principal point de vue à envisager ici est celui de la dépense que nécessite le matériel, car non seulement il faut se procurer la machine produisant l'électricité, qui est déjà d'un prix élevé, mais il faut aussi une machine à vapeur ou un moteur, des transmissions et tous les accessoires ordinaires. Cette installation est, en réalité, la plus économique, lorsqu'il s'agit de produire quotidiennement une énorme quantité de lumière, mais elle n'est admissible qu'au point de vue industriel, alors que l'amortissement du matériel et le coût de son entretien peuvent se répartir sur un grand nombre d'heures d'éclairage.

Pour des expériences qui ne se répètent pas souvent ou qu'il faut quelquefois aller entreprendre dans des endroits fort éloignés les uns des autres, on doit nécessairement avoir recours à la pile, malgré les désagréments qu'elle présente : lenteur des manipulations, cherté des acides et dégagement de vapeurs malsaines.

La pile Bunsen est celle que l'on emploie généralement pour produire la lumière électrique. Elle se compose, comme le représente la fig. 20, d'un vase extérieur en grès, dans lequel est placé un cy-

lindre en zinc. A l'intérieur du zinc est disposé un vase poreux renfermant un morceau de charbon de cornue. On accouple à la suite les uns des autres 30, 50, 60, 80 ou 100 éléments, suivant les besoins, en reliant le conducteur du zinc d'un élément à celui du charbon de l'élément suivant, et ainsi de suite, depuis le premier élément jusqu'au dernier, de telle sorte que la pile, commençant par un zinc, finisse par un charbon.

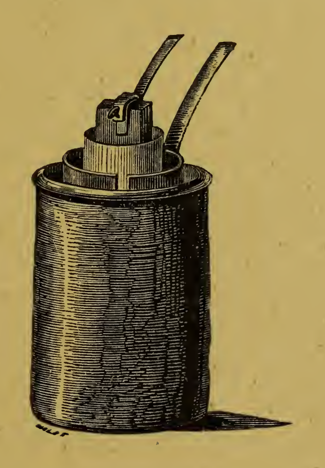


Fig. 20.

Avant de monter la pile, il y a lieu d'amalgamer les zincs avec soin. Les conducteurs et les pinces doivent être bien nettoyés afin d'assurer l'établissement d'une communication parfaite d'un élément à l'autre.

Pour charger la pile, on verse, dans le vase en

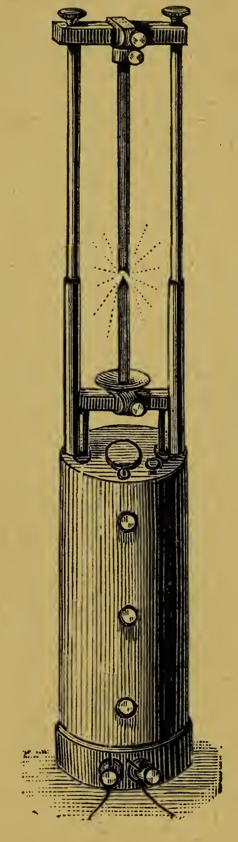
grès, de l'eau contenant un dixième de son volume d'acide sulfurique, et, dans le vase poreux, de l'acide azotique non additionné d'eau. Les deux liquides doivent occuper le même niveau dans les deux vases. Il faut avoir soin, en faisant cette opération, de ne pas répandre de liquide en dehors des vases, car, en en baignant le pied, il établirait une communication entre les éléments, et diminuerait l'intensité de la pile.

Il faut éviter également que les vases ne se touchent. Pour charger une pile de 50 éléments de 20 centimètres de hauteur, il faut en moyenne 15 kilogr. d'acide sulfurique et 25 kilogr. d'acide azotique, ce qui, comme dépense, pour les produits seulement, donne une somme de 22 ou 25 francs, dans les villes où l'on peut se procurer les acides à bon compte ; pour 50 éléments de 15 centimètres, la dépense en acides est d'environ 15 à 18 francs.

Pour établir le prix de revient de la lumière électrique, obtenue au moyen de la pile, on doit aux prix ci-dessus ajouter celui du mercure employé pour l'amalgamation des zincs et la valeur du temps passé à cette opération, ainsi qu'au montage, au chargement, au démontage et au nettoyage de la pile.

Une pile ainsi organisée peut fournir une bonne lumière pendant 4 ou 5 heures, soit consécutivement, soit en plusieurs fois. Au bout de ce temps, les acides ont besoin d'être renouvelés. Cependant, si l'acide nitrique n'est pas trop affaibli, on peut,

en ajoutant de nouvel acide, le faire servir de nouveau. Il doit marquer, au pèse-acide, au moins 30°. Quant à l'eau acidulée des vases en grès, comme elle est chargée de sulfate de zinc, il faut la jeter.


Fig. 21.

La pile une fois chargée, il ne reste plus qu'à faire communiquer le zinc, c'est-à-dire le pôle négatif du premier élément, et le charbon, c'est-à-dire le pôle positif du dernier élément, avec les deux bornes de cuivre correspondantes du régulateur. Cette communication s'établit au moyen de conducteurs isolés.

Il y a intérêt, pour ne pas avoir trop de déperdition, à éloigner le moins possible la pile du lieu dans lequel doit fonctionner le régulateur.

Il existe différents systèmes de régulateurs. Comme chacun d'eux est vendu avec une instruction spéciale, nous n'entrerons ici dans aucun détail sur la manière d'en tirer parti.

Aussitôt qu'on cesse de se servir de la pile, on doit démonter toutes les pièces qui la composent, puis les laver à grande eau.

Les restrictions que nous faisions à l'emploi de la lumière électrique n'ont plus de raison d'être, lorsqu'on peut faire venir l'électricité dans l'endroit où l'on opère. Dans ce cas, au contraire, cette lumière est très pratique, puisqu'il suffit de relier l'appareil avec les fils amenant l'électricité de l'usine, et de tourner un commutateur pour se la procurer.

Depuis que l'usage de l'électricité se répand dans les différentes villes, nous avons été appelé à installer des appareils permettant de faire instantanément de belles projections avec la plus grande facilité.

C'est le régulateur Cance, à mouvement inférieur (fig. 21), que nous employons alors de préférence à cause de sa fixité et de la régularité de sa marche.

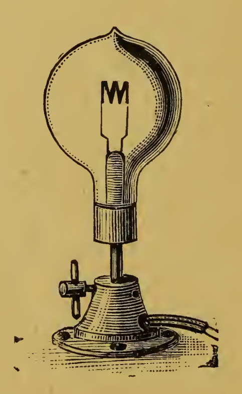


Fig. 22.

Les lanternes peuvent aussi être disposées pour recevoir des régulateurs à mouvement supérieur.

Pour les personnes qui n'ont pas besoin de faire des projections de grandes dimensions, la lampe à incandescence (fig. 22), donnant 100 bougies, est d'un très bon emploi et a l'avantage de pouvoir se loger dans la plupart des appareils existants.

XI

CENTRAGE DU POINT LUMINEUX

Quel que soit le mode d'éclairage que l'on emploie, lampe à l'huile, bec de gaz, lumière oxyhydrique ou électrique, il ne suffit pas de placer la source lumineuse dans l'appareil. Il faut que le point lumineux y occupe une place déterminée, hors de laquelle on ne saurait obtenir de bons résultats.

De ce réglage ou plutôt de ce *centrage* dépend, non seulement l'uniformité lumineuse des projections, mais aussi leur netteté.

Le centrage doit être d'autant plus parfait, que la source lumineuse est plus petite. Avec une lampe à grosse flamme, un écart d'un centimètre permet encore d'obtenir une projection, mauvaise, il est vrai, mais à peu près éclairée sur toute sa surface, tandis qu'avec la lumière oxyhydrique ou la lumière électrique ce même écart déterminerait la formation d'un disque sombre sur une partie de la surface de la projection.

La netteté des images obtenues dépend, non seulement de la qualité et de la bonne disposition des lentilles, mais aussi du centrage du point lumineux. Un déplacement d'un millimètre ou deux, à

droite ou à gauche, suffit pour donner du *flou* d'un

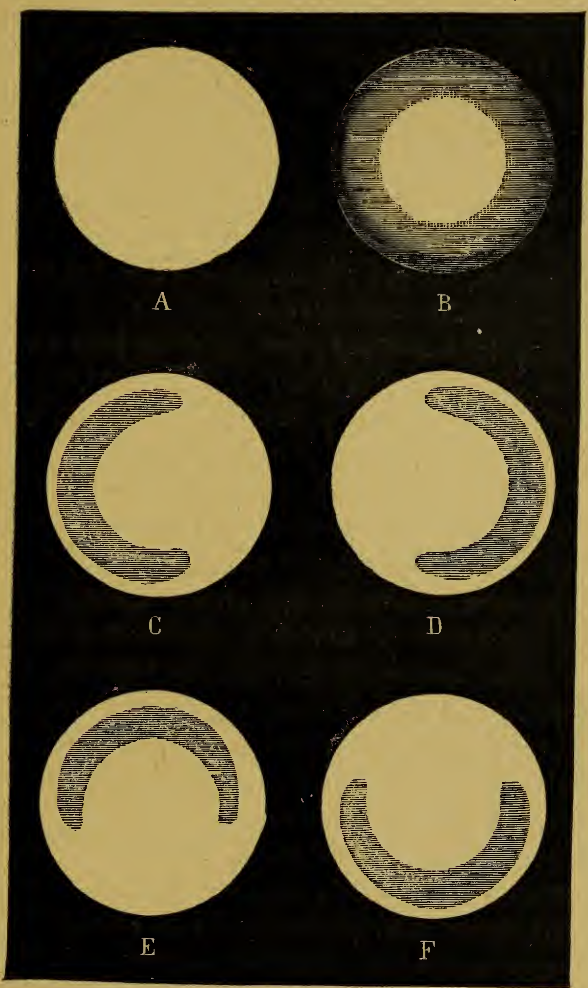


Fig. 23.

côté de la projection. Aussi, pour arriver à un cen-

trage mathématique, nos appareils les plus perfectionnés sont-ils munis de mouvements de rappel, à vis ou à crémaillère, permettant de déplacer le chalumeau de haut en bas, de droite à gauche et d'avant en arrière.

La fig. 23 montre le disque sous les différents aspects qu'il présente sur l'écran, suivant que le point lumineux est bien ou mal centré.

Si le centrage est parfait, le disque est uniformément éclairé comme en A.

Si le point lumineux, tout en étant bien exactement à la hauteur de l'axe des lentilles, est trop rapproché, le disque présente, comme en B, un centre éclairé, entouré d'une pénombre bleuâtre. Au contraire, lorsque le point lumineux est trop éloigné, l'aspect est le même, avec cette différence toutefois que la pénombre est rougeâtre.

Si le point lumineux est trop à gauche, le disque présente l'aspect C, avec une pénombre à gauche.

Le point lumineux, disposé trop à droite, donne une pénombre à droite comme en D. Quand il est placé trop haut, la pénombre s'élève comme en E.

Enfin, si le point lumineux est trop bas, la pénombre descend comme en F.

Il est facile, à l'aide de la figure ci-dessus, en ayant soin de la graver dans sa mémoire, d'apprécier de suite l'effet produit par les excentricités de la source lumineuse et de trouver sur-le-champ ce qu'il y a à modifier pour obtenir le disque parfait A.

DES

APPAREILS DE PROJECTION

I

DÉFINITION

On entend par *appareil de projection* tout instrument d'optique pouvant servir à former à distance, sur un écran disposé à cet effet ou sur toute autre surface, une image agrandie d'un objet quelconque placé à l'intérieur de l'appareil.

La *lanterne magique*, les *microscopes solaires*, éclairés par le gaz ou l'électricité, les *mégascopes* pour les corps opaques, en un mot tous les appareils projetant à distance des images d'objets, éclairés au moyen de n'importe quelle source lumineuse, sont des *appareils de projection.* On pourrait encore ranger dans cette catégorie les instruments que l'on emploie pour la *fantasmagorie* et le *polyorama;* mais ce sont, à proprement parler, plutôt de simples modes d'emploi de la lanterne magique, qui, suivant la manière dont on en fait usage, permettent d'obtenir des effets fantasmagoriques ou polyoramiques.

Il nous a été souvent demandé en quoi les appareils de projection, servant dans les cours, diffèrent des lanternes magiques. En principe,

c'est identiquement la même chose. Seulement, on peut dire que la lanterne magique perfectionnée a pris le nom d' « appareil de projection » afin d'avoir le droit de cité dans l'enseignement scientifique ; aussi avons-nous adopté cette désignation, consacrée par l'usage.

Le nom de « lanterne magique » est appliqué aux appareils dont la construction élémentaire ne permet de projeter que les images grossières servant à l'amusement des enfants. On réserve le nom d'*appareils de projection* aux lanternes perfectionnées, susceptibles d'être employées pour l'agrandissement des photographies destinées à l'enseignement.

Mais, avant de parler des appareils, il importe d'en connaître le principe et d'entrer, à cet effet, dans quelques considérations préliminaires, dont la connaissance est indispensable aux personnes peu familiarisées avec les détails de l'optique.

II

DU FOYER DES LENTILLES. — GRANDEUR DES IMAGES

Si l'on présente au soleil une *lentille* ou *verre d'optique*, chacun sait qu'il se forme, à une distance déterminée au-delà de cette lentille, un point brûlant. Si, en outre, en ce point, on place certains corps facilement combustibles dans des conditions déterminées, ils s'enflamment. Ce point brûlant n'est autre qu'une image réduite du soleil, et constitue ce qu'on appelle le *foyer principal* de la lentille.

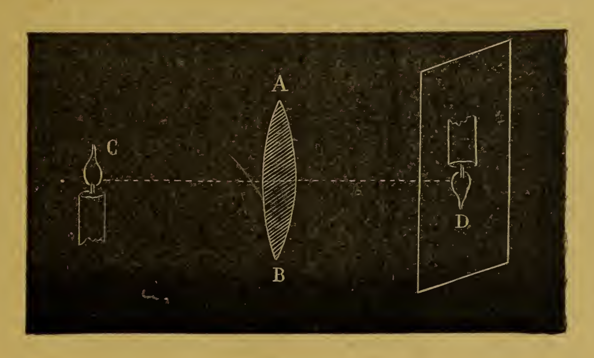


Fig. 24.

La distance qui sépare la lentille de son foyer s'appelle la *distance focale*, qui est de 10, 20, 30, 40 centimètres, etc., suivant le plus ou moins de

courbure du verre. Ce verre est alors désigné simplement sous le nom de *lentille ayant* 10, 20, 30, 40 *centimètres de foyer*.

Prenons une lentille AB (fig. 24), ayant 10 centimètres de distance focale. Si nous plaçons une bougie C à une distance de 20 centimètres, par exemple, et que, de l'autre côté de la lentille, nous présentions un écran blanc, à une distance égale de la lentille, nous verrons se projeter sur cet écran une image D complète, de même dimension, mais renversée, de la bougie.

Si nous rapprochons successivement la bougie C de la lentille, nous constatons les résultats suivants. Nous supposons qu'elle ne se trouve plus qu'à 133 millimètres ; dans ce cas, ce n'est pas à 20 centimètres de la lentille qu'il faut placer l'écran pour recevoir l'image D de la bougie, mais bien à 40 centimètres, et l'on obtient une image d'une dimension double. La bougie arrivant à 120 millimètres, on doit disposer l'écran à 60 centimètres, et l'image devient trois fois plus grande que l'objet lui-même !

Enfin, si nous nous rappelons que la distance focale de notre lentille est de 100 millimètres, et que nous placions notre bougie très peu en arrière de ce foyer — à 102 millimètres, par exemple, — c'est sur un écran placé à 5 mètres de distance que nous obtiendrons une image, et, cette fois, elle sera 49 fois plus grande que l'objet.

Le principe des appareils de projection se trouve

expliqué par ces trois exemples; car, si on remplace la bougie par un corps quelconque fortement éclairé, son image agrandie sera également reçue sur l'écran comme l'était celle de la bougie, ce qui permet de dire qu'en principe la lanterne magique se compose d'une lentille, un peu en arrière du foyer de laquelle on dispose l'objet dont on veut obtenir une image agrandie.

En effet, dans la pratique, toutes les lentilles que l'on ajoute dans la construction des appareils n'ont d'autre but que de concentrer, sur l'objet à projeter, les rayons de la source lumineuse employée, et de rendre l'image plus nette. Il faut remarquer que si, précédemment, dans la figure 24, nous avons pu projeter l'image de la bougie avec une seule lentille, c'est que cette bougie est lumineuse par elle-même.

On peut déduire de cet exposé succinct les règles suivantes, fort simples à retenir :

Le grossissement donné par une lentille est sensiblement *proportionnel* à l'espace qui sépare la lentille de l'écran, c'est-à-dire égal au nombre de fois que sa distance focale est contenue dans ce même espace. Ainsi, dans notre dernier exemple, l'écran étant placé à 5 mètres, et le foyer de la lentille se trouvant à 10 centimètres, le grossissement, en chiffres ronds, serait d'environ 50. Si, en réalité, nous n'avons trouvé que 49, c'est que la bougie, au lieu d'être placée exactement au foyer, c'est-à-dire à 10 centimètres, était en réalité à 102 millimètres.

De même, dans les appareils de projection, le grossissement est d'autant plus fort, que l'on emploie une lentille ayant une distance focale plus courte et que l'écran est plus éloigné ; mais, dans la pratique, on est obligé de se tenir dans certaines limites, et on ne saurait abuser de cette propriété des lentilles sans nuire à la netteté des images.

Quand on veut savoir à quelle distance doit se trouver l'écran, pour un objectif d'un foyer déterminé, ou bien choisir l'objectif convenable pour une distance donnée, enfin si l'on désire savoir quelle grandeur d'image on obtiendra dans les conditions où l'on opère, on peut se servir des formules suivantes, donnant une approximation suffisante.

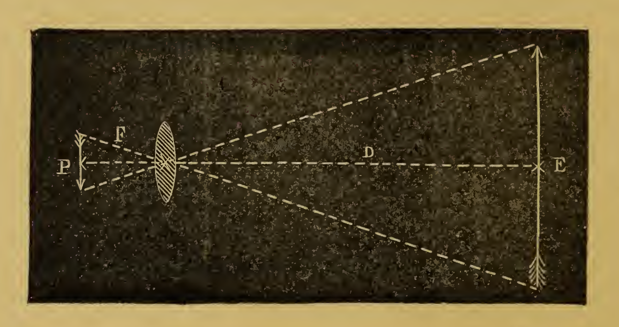


Fig. 25.

F, étant le foyer de l'objectif ;
P, la dimension de la photographie ;
E, la grandeur de l'image sur l'écran ;
D, la distance de l'objectif à l'écran ;

On a :

$$D = \frac{E \times F}{P}; \qquad F = \frac{D \times P}{E}; \qquad E = \frac{D \times P}{F}.$$

Si, par exemple, on veut savoir à quelle distance doit se trouver l'écran pour avoir une vue de 3 mètres de haut, avec une photographie de $0^m,07$ et un objectif de $0^m,16$ de foyer,

on aura :

$$D = \frac{3^m \times 0^m,16}{0^m,07} = 6^m,85.$$

Pour savoir quel foyer exigerait une projection de 4 mètres de haut avec un recul de 20 mètres,

on aura :

$$F = \frac{20^m \times 0^m,07}{4^m} = 0^m,35.$$

Si l'appareil est à 8 mètres de l'écran et que le foyer de l'objectif soit de $0^m,12$, voici quelle sera la hauteur de l'image projetée :

$$E = \frac{8^m \times 0^m,07}{0^m,12} = 4^m,66.$$

III

DIMENSIONS DES APPAREILS ET DES TABLEAUX

Avant qu'on ait eu l'idée de se servir de photographies transparentes dans les appareils de projection, on employait nécessairement des tableaux sur verre, peints à la main.

Lorsque ces tableaux ne représentaient que des images grossières, destinées à l'amusement des enfants, on pouvait les peindre sur des verres de petite dimension. Mais, du moment qu'il s'agissait de tableaux pour les exhibitions publiques et que les sujets représentés étaient très compliqués, il fallait se servir d'objets plus soignés. On devait recourir à un peintre expérimenté, qui était obligé de travailler sur des verres carrés, ayant 10, 12, 14, 20 centimètres de côté ; et encore, malgré le talent de véritables artistes, n'obtenait-on, au grossissement, que des images souvent grossières. En outre, les prix d'acquisition étaient inabordables pour de simples amateurs, d'autant plus qu'avec les tableaux de cette dimension il fallait se servir d'appareils munis de lentilles, ayant 16, 20, 30, 35 centimètres de diamètre, comme nous en cons-

truisions alors. Ils revenaient nécessairement à des prix très élevés.

Il n'en est plus ainsi. Maintenant, une photographie de 1 fr. 50, ayant 7 centimètres de côté, peut donner, avec toute la perfection désirable, le panorama complet d'une ville, les détails d'un monument, le paysage le plus grandiose, avec une perfection à laquelle la main la plus habile ne pourrait songer à atteindre, même dans un laps de temps considérable. Pour projeter ces photographies, il n'est besoin que de petits appareils, munis de lentilles éclairantes de 11 centimètres de diamètre et qui, par leur prix peu élevé, sont à la portée de tous.

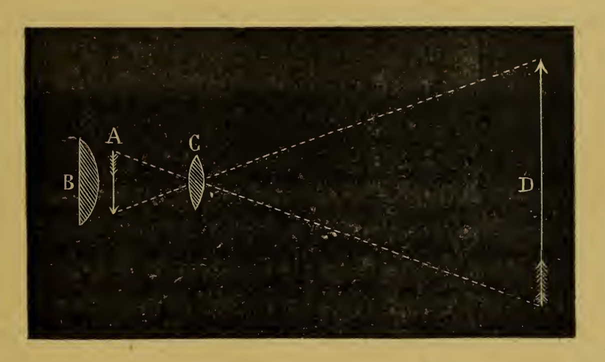


Fig. 26.

En considérant les appareils actuels, qui ont des dimensions restreintes, on nous demande souvent si, en employant un grand appareil pour projeter ces mêmes photographies, on n'obtiendrait pas des

images plus grandes. C'est là une erreur, que quelques mots d'explication dissiperont facilement.

Ce qui a été dit dans le chapitre précédent sur le foyer des lentilles permet de comprendre de suite les deux figures 26 et 27. Voici, par exemple, une photographie, de 7 centimètres de côté, A (fig. 26). Cette photographie reçoit la lumière qui lui est transmise par la lentille B, derrière laquelle se trouve la source lumineuse. La lentille B, dite *éclairante*, a pour effet de concentrer les rayons lumineux sur l'objet à éclairer. Nous supposerons qu'elle a 11 centimètres de diamètre. Cet objet est projeté par une lentille objective C, ayant une distance focale de 10 centimètres. Le grossissement obtenu est de 50, et, si l'écran est placé à 5 mètres de distance, l'image D a $3^{m},50$ de haut. Il est bon de ne pas oublier que ce grossissement est indépendant de la lentille éclairante.

Plaçons maintenant la même photographie dans un appareil d'une grandeur double, représenté par la figure 27.

Supposons que la lentille éclairante E ait 22 centimètres de diamètre, et la lentille objective F une distance focale de 20 centimètres. Cela donne un grossissement de 25 sur notre écran, placé à la même distance que tout à l'heure, c'est-à-dire à 5 mètres. L'image G n'aura donc que $1^{m},75$ de côté, soit la moitié des dimensions de l'image obtenue dans le cas précédent.

Le rapport des images serait modifié de la

même façon et dans des proportions analogues si on employait des lentilles de dimensions différentes et présentant des distances focales autres.

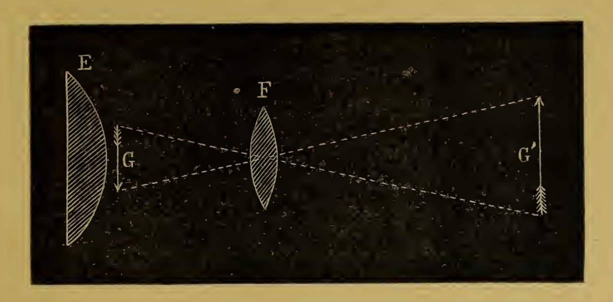


Fig. 27.

Comme on le voit, il n'y a pas avantage à projeter une petite photographie avec un grand appareil. D'autre part, il y a lieu de noter que ce grand appareil, avec une autre photographie qui serait double, c'est-à-dire de 14 centimètres de côté au lieu de 7, pour laquelle cependant il paraîtrait avoir été construit, ne donnerait qu'une image de $3^m,50$, c'est-à-dire absolument égale à celle du petit appareil renfermant la photographie de 7 centimètres.

Il est vrai que si, dans l'appareil de la fig. 27, nous remplaçons l'objectif F, de 20 centimètres de foyer, par un autre objectif ayant une distance focale, par exemple, de 10 centimètres, nous obtiendrons une image aussi grande qu'avec le petit appareil de la fig. 26; mais, alors, nous

n'aurons à notre disposition qu'un appareil mal combiné, puisque la grande lentille E, ayant un diamètre de 22 centimètres, représente une surface de lumière de 380 centimètres carrés, sur lesquels la photographie de 7 centimètres n'utiliserait que 49 centimètres carrés, soit environ la huitième partie de la totalité de la lumière transmise par la lentille.

Une lentille éclairante de 22 centimètres de diamètre ne convient donc que pour projeter un tableau carré, qui utilise toute sa lumière, c'est-à-dire celui qui mesure 14 centimètres de côté; mais, pour projeter nettement ce tableau, il faut employer l'objectif E, ayant 20 centimètres de distance focale.

L'avantage de l'emploi d'un grand appareil avec une photographie de 14 centimètres se réduit à ceci. La photographie peut renfermer des détails qu'il rend plus visibles, et, par conséquent, la projection des diverses parties se présente avec des proportions plus complètes, plus satisfaisantes; mais les photographies sur verre, qui se trouvent habituellement dans le commerce, ont rarement plus de 7 centimètres.

Quand on parle de la grandeur des projections obtenues avec un appareil, il faut faire bien attention que la mesure de cette grandeur n'est pas exprimée partout de la même façon. Tantôt elle est désignée par le diamètre EF (fig. 28) du disque lumineux projeté par l'objectif sur l'écran; tantôt

aussi elle est désignée simplement par la hauteur AC de la vue carrée, pouvant être inscrite dans la circonférence de la lentille éclairante.

Reprenons l'exemple choisi plus haut. Une photographie carrée de 7 centimètres de côté, projetée avec un objectif de 10 centimètres, donnera sur un écran placé à 5 mètres une image de $3^{m},50$ de haut.

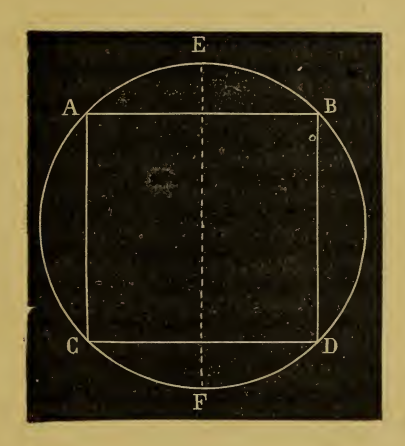


Fig. 28.

Si nous la remplaçons dans l'appareil par une vue ronde de 10 centimètres de diamètre, nous aurons sur l'écran une image ronde mesurant cette fois 5 mètres de haut.

Par conséquent, sans rien changer aux lentilles, nous obtenons, dans le second cas, une image qui est d'environ un tiers plus grande en hauteur que dans le premier.

Les Anglais, par exemple, ont l'habitude de spécifier leurs appareils d'après le diamètre du disque qu'ils donnent : 5, 6, 7, 8 mètres. Il faut donc se rappeler que les vues carrées, obtenues avec les mêmes appareils, n'ont, en réalité, que $3^{m},50$, $4^{m},50$, 5, 6 mètres environ de côté, c'est-à-dire une dimension qui correspond à la hauteur du carré inscrit dans le disque annoncé.

Mais, dira-t-on, pourquoi ne pas employer des tableaux ronds, puisqu'ils donnent des images plus grandes? Il y a ici en jeu tout d'abord une question de goût, dont chacun, du reste, peut être juge à sa façon. A notre avis, la projection de forme carrée est plus naturelle; les limites en sont moins brusquement déterminées ; cela rentre davantage dans nos habitudes ; la perspective en est moins troublée, plus logique, plus facile à saisir et à comprendre. De plus, la forme carrée rend plus aisées les opérations.

Enfin, presque toutes les photographies sur verre, qui existent dans le commerce, ont la forme carrée. Il faut donc les utiliser telles qu'elles sont.

Le premier point, qui intéresse toute personne disposée à acheter un appareil de projection, est celui de savoir quelle grandeur d'image il permet d'obtenir. Or, tout appareil de projection est susceptible de donner des images de plus en plus grandes, au fur et à mesure qu'on l'éloigne davantage de l'écran. La limite à laquelle on doit s'arrêter est, théoriquement, indéterminée et dépenp

bien plus du mode d'éclairage employé que de l'appareil lui-même. La simple lanterne magique, qui, avec sa mauvaise lampe, donne un bonhomme de 50 centimètres à 1 mètre de haut, peut donner une image de 10 mètres de haut, si on l'éclaire avec une lumière assez intense.

Dans la pratique, il est assez difficile de déterminer à quelle limite on doit s'arrêter pour un éclairage donné. Cela dépend de la transparence des vues projetées, de l'intensité de l'éclairage, de l'obscurité plus ou moins profonde de la pièce dans laquelle on opère, enfin de l'effet que l'on veut produire sur le public.

Avec un appareil éclairé à la lumière oxyhydrique, on projette généralement des vues de 3 à 4 mètres de haut ; mais on peut, en s'éloignant davantage, atteindre 5 et 6 mètres, surtout si l'on exagère un peu la consommation des gaz employés.

Avec les gaz combinés, employés à forte pression, on peut atteindre, au besoin, 8 et 10 mètres ; toutefois, il ne faut pas perdre de vue que ces grossissements extrêmes, ne sont pas faciles à obtenir, faute d'un recul suffisant, puisque l'appareil doit être, dans ce cas, à environ 15 mètres de l'écran. En outre ils ne produisent pas le bon effet qu'on en attend ; car, dans ces dimensions, quelle que soit la perfection des photographies, les projections manquent de finesse dans l'ensemble et de lumière dans les parties sombres.

On se tromperait bien davantage, si l'on voulait

montrer des vues énormes à des spectateurs placés à quelques mètres de la toile. Pour eux, tout devient grossier et manque de perspective. Comme on le sait, pour examiner une œuvre d'art quelconque, il faut se placer à deux ou trois fois la plus grande dimension de l'objet. Pour montrer une vue de 10 mètres de haut, il faut donc placer les spectateurs à 20 ou 30 mètres de la toile.

D'après cette règle, on voit que, dans le cas où les premiers rangs ne sont qu'à 6 mètres de l'écran, il ne faut point projeter des vues de plus de 3 mètres de haut. Nous conseillons, dans la pratique, de rester plutôt au-dessous de cette limite ; car, d'autre part, si on se recule trop, la lumière décroît proportionnellement à l'éloignement de l'appareil et à l'élargissement de la projection.

Lorsque nous faisons une projection de 3 mètres de côté, la lumière fournie par l'appareil éclaire une surface de 9 mètres carrés.

Doublons la hauteur de la projection, elle aura 6 mètres de haut, et la même quantité de lumière sera dispersée sur une surface de 36 mètres carrés ; par conséquent, chaque détail de la projection sera neuf fois moins éclairé que lorsqu'elle n'avait que 3 mètres de côté.

L'opérateur, connaissant son appareil, la lumière dont il dispose, le lieu où il opère et le public qui assiste à ses séances, doit tenir compte de toutes ces considérations pour déterminer la grandeur d'image qu'il convient d'adopter de préférence.

Nous rappellerons que la crémaillère, dont est muni l'objectif des appareils de projection, sert simplement à faciliter et à rendre plus précise la mise au point des tableaux, et non, comme beaucoup de personnes le croient, à faire varier les dimensions de l'image. Ainsi que nous l'avons dit ci-dessus, on ne peut augmenter ces dimensions qu'en éloignant l'appareil de l'écran.

Pour juger de la qualité d'un objectif de projection, il faut se tenir à une certaine distance de l'écran, de façon à voir le tableau dans son ensemble, et non pas venir se placer à quelques centimètres de l'image et critiquer les résultats obtenus.

Quand on fait des agrandissements, il en est tout autrement. L'image doit être examinée de près, même en s'aidant d'une loupe; mais l'objectif est alors spécialement choisi dans ce but. En effet, l'objectif pour projection donne une grande image à une distance où l'objectif destiné aux agrandissements ne produit qu'une image trois ou quatre fois plus petite.

IV

LANTERNES MAGIQUES

La lanterne magique ordinaire (fig. 29), que l'on donne souvent en cadeau aux enfants et que l'on voit encore à l'étalage des marchands de jouets ou des bazars, est aussi rudimentaire que l'antique appareil dont se servaient nos aïeux. Ses dimensions seules ont diminué. A l'énorme boîte ou armoire en bois d'autrefois on a substitué la boîte de fer-blanc aux dimensions restreintes ; mais la lampe est demeurée aussi défectueuse que par le passé, se composant d'une mèche qui trempe dans l'huile, brûle sans verre, donne peu de lumière et, en revanche, beaucoup de fumée.

Le système optique en est des plus simples. Il se compose (fig. 30) d'une première lentille, en forme de demi-boule, rassemblant les quelques rayons de lumière émis par la lampe et les concentrant sur une lentille bi-convexe plus petite, qui les projette sur une toile blanche, tendue à une faible distance. C'est sur cette toile que se produit l'image amplifiée du tableau peint, placé entre la demi-boule et la source de lumière.

Les sujets, peints grossièrement sur de longues bandes de verre, se placent le haut en bas, dans la coulisse réservée sur le devant de l'appareil, comme on peut le voir dans la figure ci-dessous.

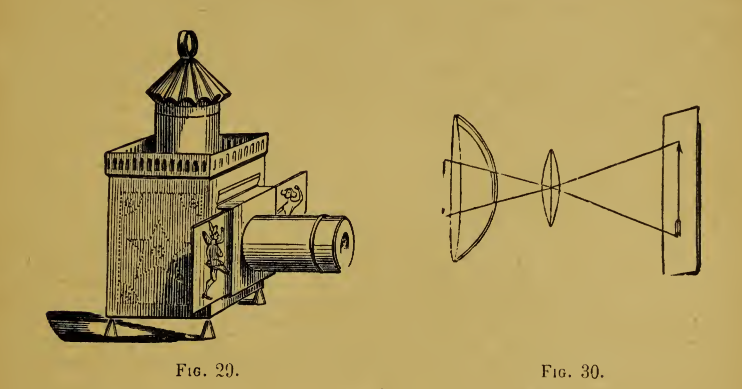


Fig. 29. Fig. 30.

Le tube qui porte les lentilles est en deux parties, dont l'une glisse dans l'autre. Cela permet de faire varier la distance qui sépare les deux lentilles et de rendre l'image projetée sur l'écran aussi nette que possible.

Les mauvais résultats donnés par cet appareil ne tardent guère à le faire abandonner de ceux qui en font usage. Cependant, il ne faut pas en dire trop de mal, car il a au moins le mérite d'être un jouet assez économique, pouvant amuser à la fois un grand nombre d'enfants. En outre, ce premier instrument d'optique fait souvent naître chez ceux d'un âge plus avancé le goût des expériences ; Cela peut, pour l'avenir, avoir sur eux une influence

des plus utiles. On est aussi amené par là à faire l'acquisition d'un instrument meilleur.

Le premier perfectionnement apporté à ce jouet a été de le munir d'un meilleur éclairage. Le lampion traditionnel a été remplacé par le quinquet, brûlant à blanc et muni d'un réflecteur en plaque d'argent, comme on le voit dans la lanterne que représente la fig. 31.

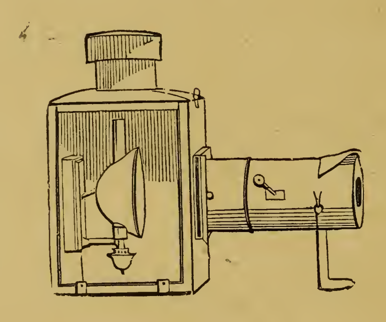


Fig. 31.

Le système optique est demeuré le même ; mais on voit que la monture porte, sur le côté, une manivelle terminée par un bouton, agissant sur une crémaillère intérieure, ce qui permet de rendre la mise au point plus précise.

La figure 32 donne l'image d'une lanterne de construction plus soignée, à laquelle se trouve adapté un diaphragme intérieur, composé de deux lames de cuivre se fermant comme des ciseaux, de façon à intercepter graduellement la lumière pour assombrir ou même pour supprimer complè-

tement les images; Ce diaphragme porte le nom d'*œil-de-chat*, parce que, en effet, en se fermant, il affecte la forme allongée de la pupille de cet animal. Il rend de grands services pour les expériences de fantasmagorie.

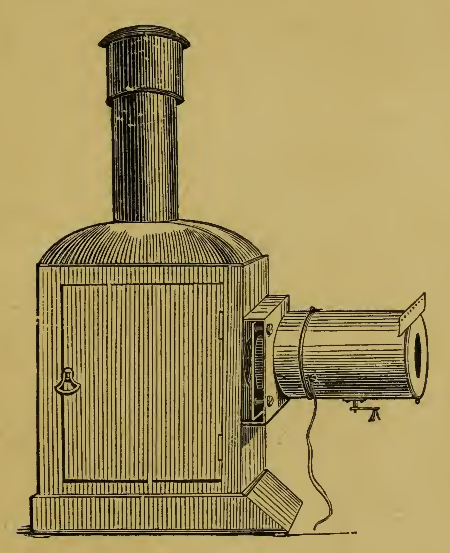


Fig. 32.

Le fil, que l'on voit pendre en-dessous du porte-objectif, à côté du bouton de la crémaillère, sert à le manœuvrer.

La fig. 33 représente une autre espèce de lanterne, dans laquelle une modification a été apportée sous le rapport de la disposition du système optique.

Le verre peint, au lieu d'être placé avant les deux lentilles, comme dans la fig. 29, y est disposé entre les deux. La grande lentille ou *condensateur* se trouve alors placée entre la lumière et le tableau peint, de manière à concentrer sur ce dernier les rayons lumineux, qui, continuant leur route, passent par la petite lentille ou *objectif* pour aller former leur image sur l'écran.



Fig. 33.

Cette nouvelle disposition et une modification dans la forme du condensateur marquent le commencement des perfectionnements apportés à la lanterne magique, qui, munie du quinquet à réflecteur parabolique, devient acceptable, tout en étant encore loin d'être parfaite.

V

LANTERNES AMÉRICAINES

La lanterne américaine fit son apparition il y a une vingtaine d'années. Elle a remplacé les anciens modèles, c'est-à-dire que la lampe américaine à mèches multiples a été substituée aux lampes à huile. Elle donne, en effet, grâce à l'emploi du pétrole, une lumière beaucoup plus intense (voir page 20).

Les appareils actuels, quelle que soit leur forme extérieure, sont identiques comme système optique, à ce que l'on faisait en 1850 et même avant. Les condensateurs doubles et les objectifs de photographie étaient employés dans tous les appareils sortant de l'ordinaire.

La nouvelle lampe a été un grand perfectionnement, car les anciennes donnaient au maximun une vingtaine de bougies, tandis qu'on s'est trouvé alors en présence d'un éclairage trois fois plus intense, suffisant pour les images de 1 mètre et de 2 mètres de haut. Bien entendu, ces lampes, même les meilleures, n'ont pas une intensité approchant de celle de la lumière oxyhydrique.

Voici différentes formes données à ces lanternes.

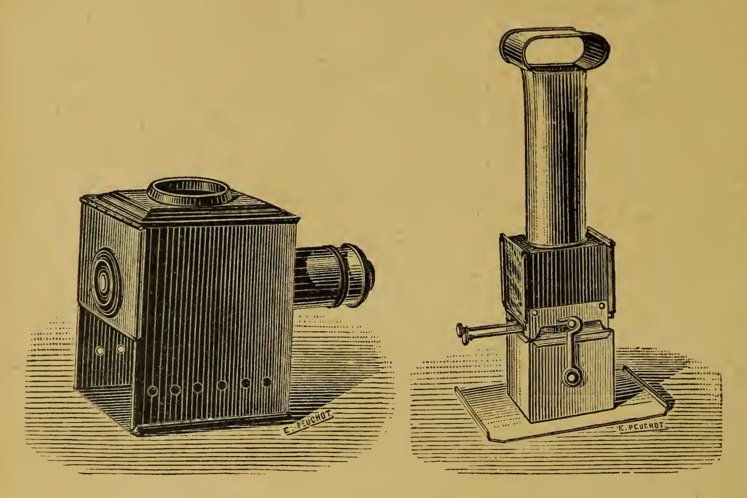


Fig. 34. Fig. 35.

La fig. 34 se rapporte à une petite lanterne munie de lentilles simples et d'une lampe à deux mèches, qui est représentée dans la fig. 35. Les lentilles de la lanterne ne permettent pas encore de projeter des photographies. Cet appareil est plutôt un jouet destiné à montrer des verres enluminés pour la plus grande joie des enfants.

La fig. 36 et les suivantes 37 et 38 concernent des instruments plus sérieux, dont les condensateurs ont un diamètre de $0^{m},10$, ce qui permet d'utiliser les photographies ordinaires de projection.

La lampe à mèches multiples produit une lumière suffisante pour une démonstration devant un petit

auditoire, et l'objectif double donne des images assez nettes pour faire valoir les vues.

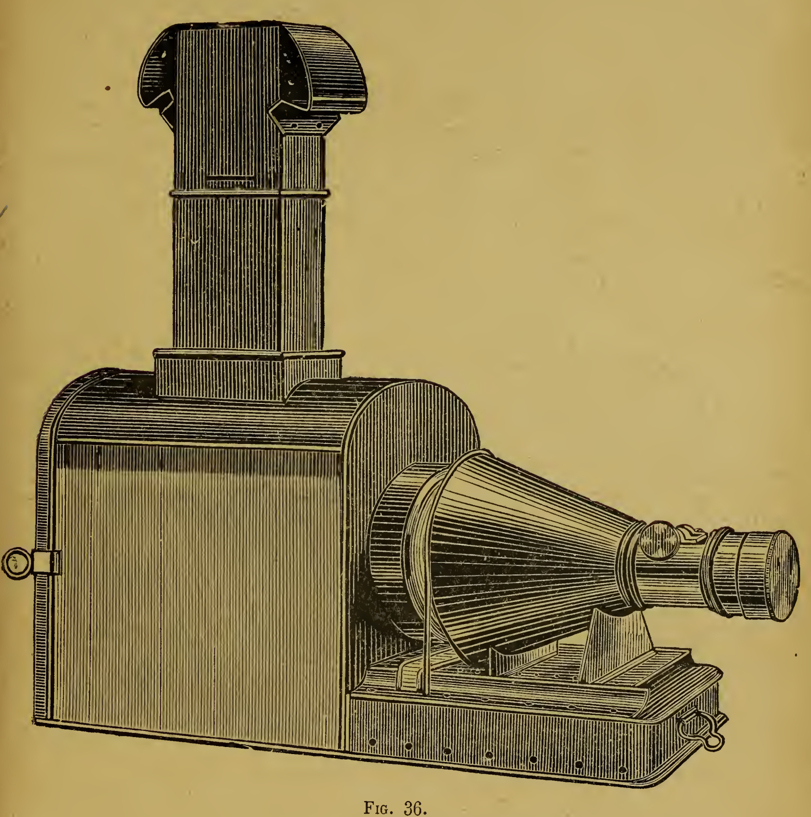


Fig. 36.

Il y a lieu de s'arrêter un peu plus sur l'appareil représenté dans la fig. 39, se rapportant au modèle que nous avons fourni aux écoles normales.

Le corps A de l'appareil, en forte tôle, est destiné à recevoir, soit la lampe à pétrole à mèches multiples, soit le chalumeau oxyhydrique.

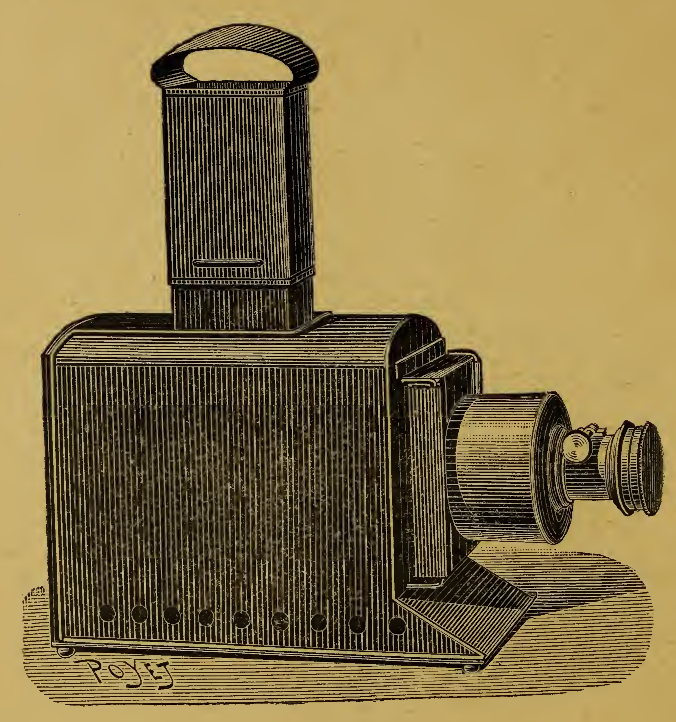


Fig. 37.

En avant de la boîte est fixée la monture contenant le système optique. Ce système se compose : 1° des verres condensateurs servant à éclairer uniformément les tableaux que l'on met dans la coulisse C D, où ils sont maintenus en place par

une lame munie de ressorts; 2° de l'objectif E, qui projette l'image sur l'écran. Comme il est de la plus haute importance, pour obtenir des images nettes, de conserver les positions respectives des différentes lentilles, la fig. 40 montre en coupe la disposition du système optique.

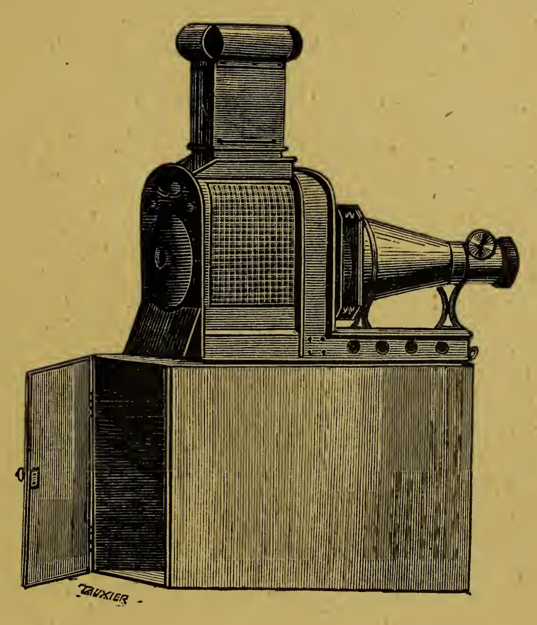


Fig. 38.

Le jeu de lentilles éclairantes a été réduit aux deux lentilles A et B (fig. 40), de forme plan-convexe, dont les convexités sont en regard l'une de l'autre, de sorte que la surface plane de la pre-

mière lentille B regarde la source lumineuse, tandis que le côté plan de la seconde lentille A est tourné vers le tableau à projeter, placé dans la coulisse CD (1).

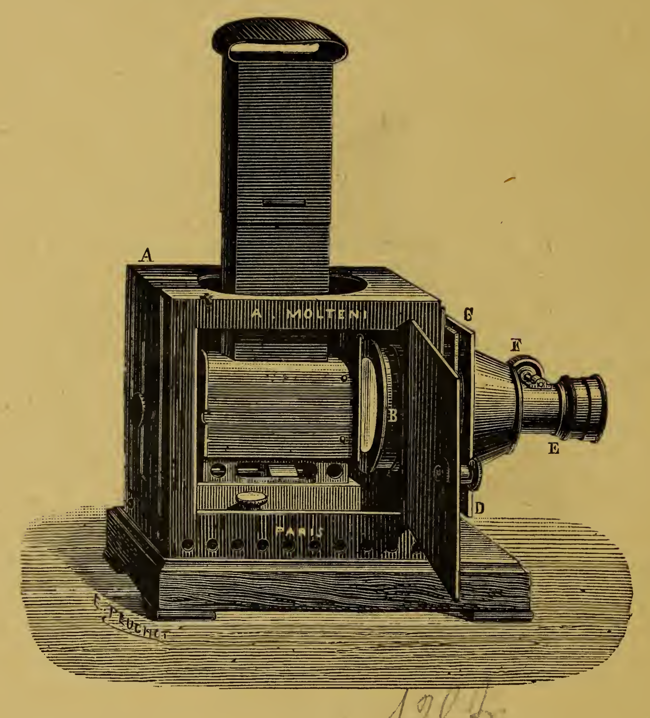


Fig. 39.

L'objectif est composé de deux lentilles achromatiques, E et F, formées chacune de deux morceaux, dè

(1) Les condensateurs à trois lentilles ne sont employés qu'avec des éclairages intenses.

matières différentes, auxquelles on a donné les courbures nécessaires. C'est principalement sur la disposition des lentilles E et F que nous tenons à appeler l'attention, afin que l'on ne se trompe pas en les remettant en place après le nettoyage.

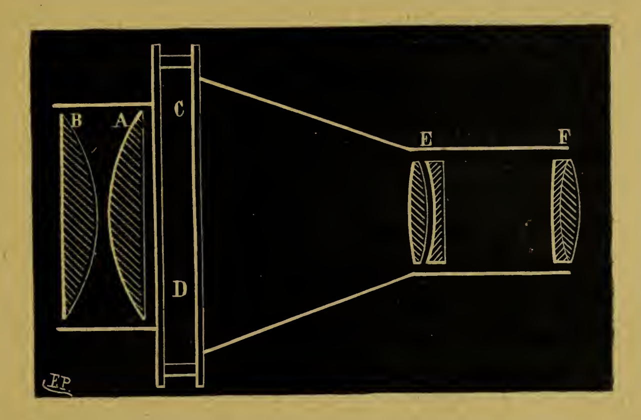


Fig. 40.

Les deux morceaux de la lentille F, étant réunis à l'aide d'une colle transparente, ne peuvent se séparer. Il faut seulement remarquer que le côté convexe doit être tourné en dehors et, par conséquent, regarder l'écran sur lequel se font les projections.

Au contraire, les deux parties de la lentille E sont séparées. Un anneau de cuivre maintient entre elles un écartement de 3 millimètres environ, selon les indications de l'expérience. Un des morceaux, celui qui est le plus à l'intérieur de la monture, est sensiblement plan-concave, tandis

que l'autre a les deux faces inégalement convexes. Il faut apporter la plus grande attention à tourner la moindre convexité du côté des lentilles éclairantes. On se reportera, pour éviter toute erreur, à la fig. 40, faite à l'échelle. Du reste, on a très rarement besoin de séparer les deux parties de la lentille E : elles sont maintenues dans un même barillet, ce qui permet d'enlever l'ensemble.

La crémaillère F (fig. 39), qui sert à éloigner plus ou moins l'objectif du tableau placé dans la coulisse CD, est destinée à préciser la mise au point, c'est-à-dire à rendre nette l'image projetée sur l'écran.

Pour le réglage de la lampe, voir ce qui a été dit pages 33 et suivantes.

L'appareil fig. 39 peut être monté comme le représente la fig. 41.

Cet appareil sert non seulement à projeter des photographies ou des tableaux sur verre, mais il permet aussi de répéter les différentes expériences que l'on montre en projection dans les cours, conférences, etc.

La figure représente l'appareil monté avec ses principaux accessoires. En commençant par la gauche, nous apercevons le corps de la lanterne contenant une lampe à mèches multiples et donnant assez de lumière dans la plupart des cas, mais pouvant être remplacée par un chalumeau oxyhydrique lorsqu'une intensité plus grande est néces-

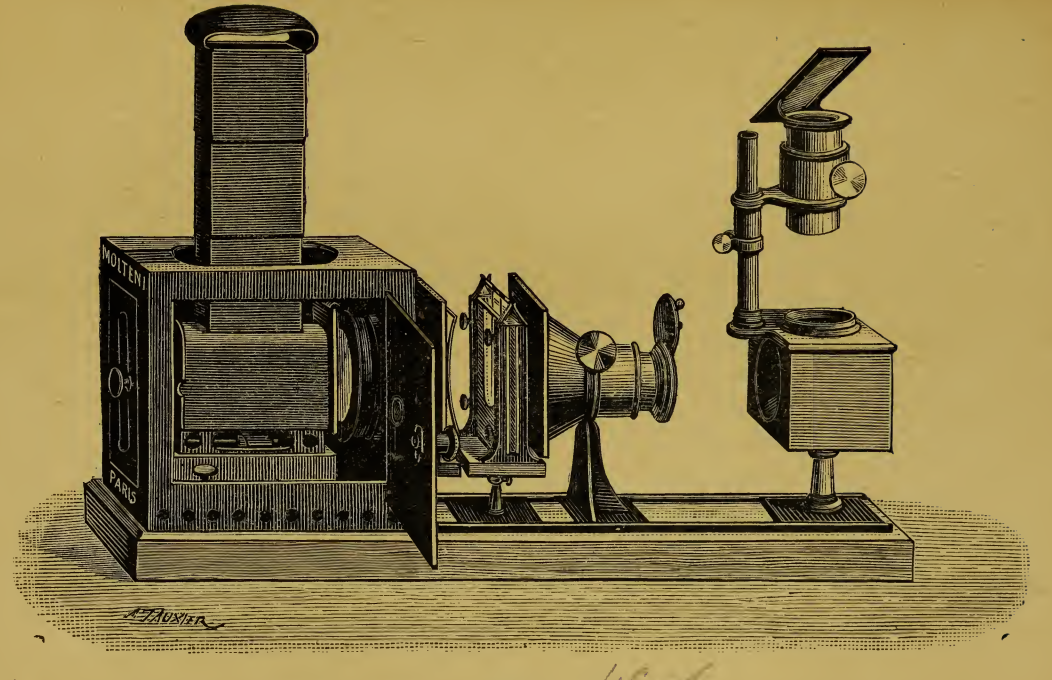


Fig. 41.

saire. Au milieu de la figure, on voit la petite table, à hauteur variable, servant aux expériences, et sur laquelle est posée la cuve démontable. La figure représente cette cuve renfermant pour le moment l'appareil à électrolyse. Enfin, sur la droite, est disposé l'appareil ou support à réflexion totale pour la projection des objets placés horizontalement.

Cet ensemble d'appareils est construit solidement et avec le soin voulu pour donner pleine satisfaction aux personnes qui l'emploient.

VI

LAMPASCOPE

Le côté le plus défectueux des lanternes magiques, antérieurement à l'apparition du lampascope, était leur mode d'éclairage. Non seulement les lampes spéciales qu'elles exigeaient étaient plus ou moins bien construites et éclairaient mal, mais le grand obstacle à leur emploi fréquent dans les familles consistait précisément dans la difficulté que l'on avait à se procurer les verres ou les mèches convenant à cette lampe particulière. En outre, elles avaient souvent besoin de réparations, ou bien l'huile, oubliée depuis longtemps, s'y épaississait tellement, qu'il fallait les renvoyer chez le ferblantier. Souvent encore on retrouvait la lanterne couchée sur le côté, et lampe, réflecteur, verre, lentille, baignant au milieu d'une mare d'huile et de poussière.

Aussi la lanterne magique, après avoir servi une ou deux fois, finissait-elle par être reléguée au grenier par la ménagère.

Quand le lampascope, que représentent les fig. 42 et 43, fit son apparition, il eut une vogue énorme.

C'était la lanterne magique rendue pratique, susceptible de servir instantanément, — puisque cet appareil peut se placer sur la première lampe venue, comme on ferait d'un globe en cristal, en ayant seulement soin de le hausser plus ou moins avec des rondelles F, en carton, pour amener la flamme en face du centre des lentilles et du réflecteur G.

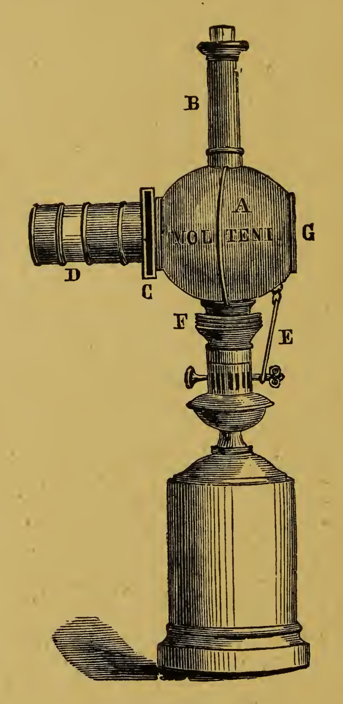


Fig. 42.

Les tableaux se glissent dans la fente C, en les mettant, comme toujours, le haut en bas, et on

obtient leur mise au point en faisant sortir plus ou moins le tube D.

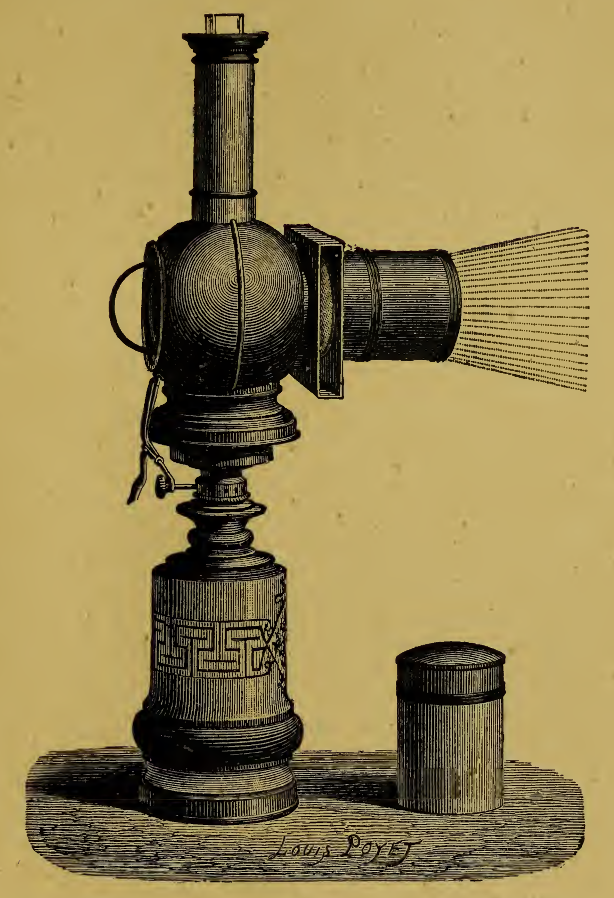


Fig. 43.

La courroie E sert à maintenir l'appareil en place. Cependant le lampascope, tout en laissant

bien en arrière la lanterne magique, pèche tout d'abord par son système optique, qui a le défaut d'être aussi rudimentaire que celui de la lanterne magique ordinaire.

De plus, la partie lourde du lampascope, composée des lentilles, se trouve d'un seul côté de la lampe et tend à faire tomber le tout en avant. Il est vrai qu'on peut l'équilibrer au moyen d'un contre-poids placé en arrière, ou le retenir en l'attachant au remontoir de la lampe par une petite courroie telle que E; mais il n'en demeure pas moins un appareil relativement lourd et volumineux, placé dans un équilibre instable à la partie supérieure de la lampe. Cet appareil s'appuie sur la galerie, qui, elle-même, n'est pas toujours d'aplomb.

Cet inconvénient est d'autant plus grave qu'on se sert du lampascope dans l'obscurité. Un faux mouvement, effectué en mettant ou en retirant les tableaux, peut détruire l'équilibre de tout le système et faire tomber la lampe et l'appareil sur la table ou sur le plancher.

Aussi, après quelques tâtonnements, avons-nous construit un autre appareil dans lequel ces désagréments sont évités et qui présente, en outre, d'autres avantages que nous allons exposer.

VII

APPAREIL DE FAMILLE ET DE CLASSE

Pénétré des inconvénients dont nous avons parlé, nous nous sommes demandé, pour créer un nouveau type d'appareil, quelles conditions il y aurait à réaliser. On peut les résumer ainsi (1):

1° Éviter la nécessité d'une lampe spéciale, ne pouvant plus servir si on n'est pas à même de renouveler facilement les mèches, verres ou pièces qui viennent à s'abîmer;

2° Pouvoir se servir du premier éclairage venu : huile, pétrole, gaz ordinaire, lumière oxyhydrique, etc. (2);

3° Occuper peu de place et être très portatif;

4° Construire, sur ce principe, un modèle pouvant servir simplement à l'amusement, et d'autres modèles susceptibles d'être appliqués à l'enseignement.

(1) C'est sur la demande de M. le Dr Gustave Le Bon que ce type a été créé. Il en a fait plusieurs fois usage dans ses cours et conférences.

(2) Nous avons un appareil de ce genre pouvant recevoir la lampe américaine à mèches multiples.

La description de l'appareil montrera que le but a bien été atteint.

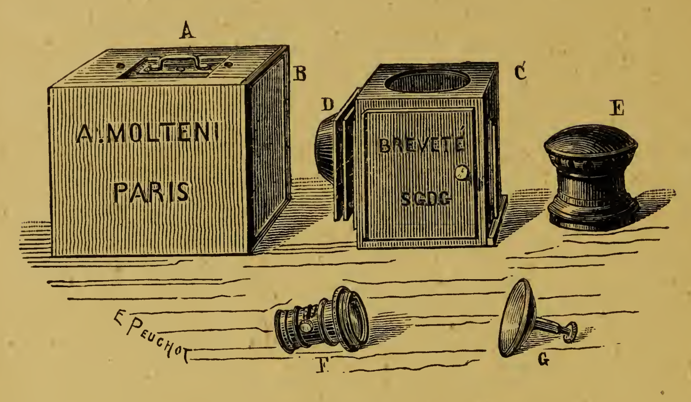


Fig. 44.

La figure 44 représente une boîte, ayant à sa partie supérieure une ouverture A, fermée par une planchette mobile, munie d'une poignée. Rendue ainsi portative, la boîte renferme tout l'appareil, qui est complètement protégé. Ayant enlevé la paroi B, qui est à coulisses, on sort de la boîte les quatre pièces suivantes :

C, Le corps de l'appareil ;

E, La cheminée ;

F, L'objectif ;

G, Le réflecteur.

Cela fait, on y introduit la lampe par l'ouverture supérieure ; on l'allume, on met le verre, puis on place le corps de l'appareil, que l'on fixe à la boîte à l'aide des deux boulons qui l'accompagnent.

Sur le cône D (fig. 45) se visse l'objectif F.

Le réflecteur s'établit à coulisses sur la tige K, sur laquelle il peut se mouvoir. On met enfin la cheminée E à sa place.

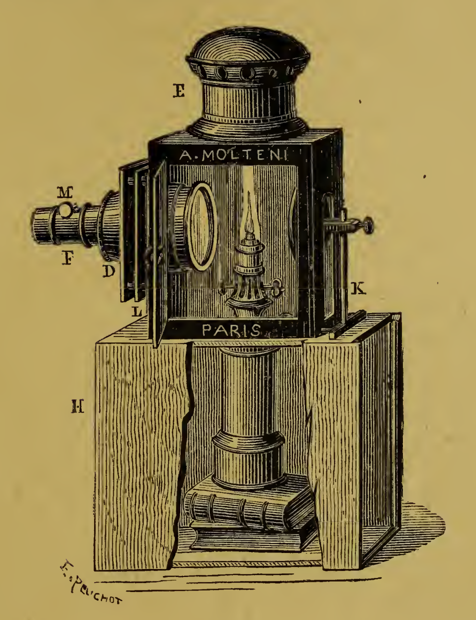


FIG. 45.

Tout étant bien disposé, ainsi que le représente la figure 45, il faut régler la position du point lumineux et l'amener, ainsi que nous l'avons expliqué précédemment, au foyer des lentilles. Comme la lampe est complètement indépendante au milieu de l'appareil, cette opération s'exécute facilement.

Pour régler cette même lampe en hauteur, on

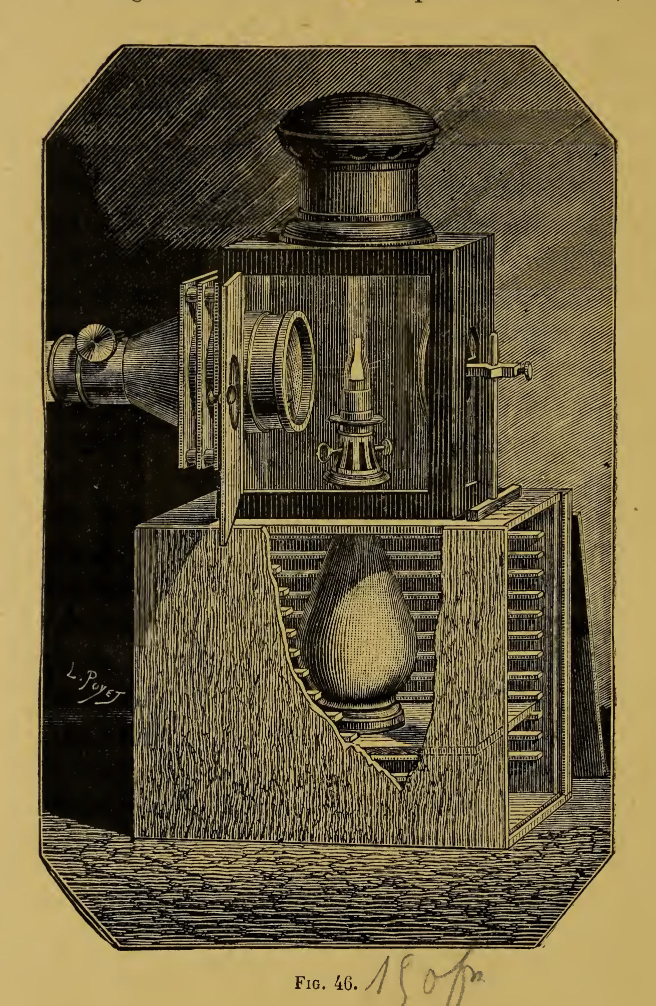


Fig. 46.

l'élève au moyen d'une boîte ou de livres, d'une

épaisseur convenable, ou mieux en plaçant la planchette mobile à la hauteur voulue, dans l'intérieur de la boîte. Cette dernière est munie, à cet effet, d'un double rang de crémaillères (fig. 46), analogues à celles qui supportent les rayons d'une bibliothèque.

Lorsque le disque sur l'écran est bien éclairé, on règle également la position du miroir, en le montant ou en l'abaissant sur la tige K, jusqu'au moment où les rayons réfléchis viennent s'ajouter à ceux de la lampe et augmenter la somme de lumière projetée sur l'écran.

La tige K est également munie d'un mouvement d'avant en arrière, qui sert à obtenir la mise au point du miroir.

Il ne reste plus qu'à introduire les tableaux dans la coulisse L et à les mettre au point à l'aide du bouton M.

Afin que l'air arrive en abondance pour l'alimentation de la lampe, on ne remet pas en place la porte à coulisse B (fig. 44).

Si l'on veut se servir de la lumière oxyhydrique, on enlève la lampe et le réflecteur et on les remplace par un chalumeau (fig. 7 ou 11), qui se dispose également sur la tige K, en tenant compte de toutes les indications données précédemment à leur sujet dans le chapitre de l'éclairage.

La figure 46 représente le modèle le plus complet de ce type d'appareil. Il est construit de manière à pouvoir servir comme appareil de projection dans les cours, conférences, etc. Avec une

lampe à huile ou à pétrole, il peut donner, suivant la distance à laquelle on opère, une projection carrée de $1^{m},50$ à $1^{m},75$ de hauteur. En s'éloignant davantage, on obtient une projection plus large ; mais, dans ce cas, l'insuffisance de la source de

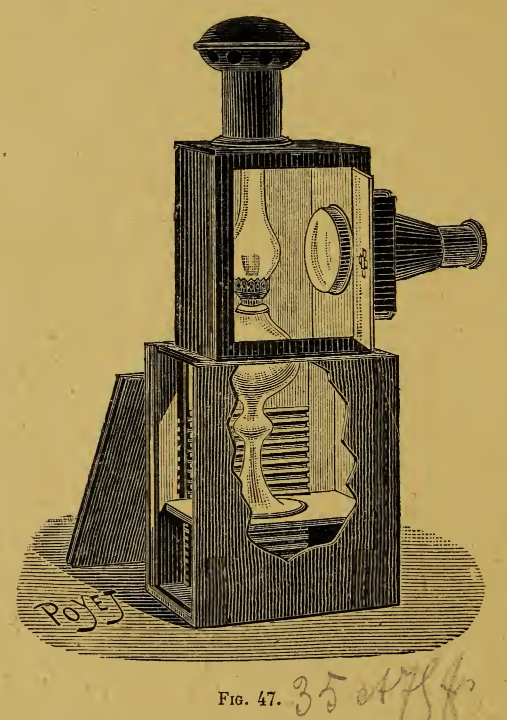


Fig. 47.

lumière devient manifeste et oblige à avoir recours à la lumière oxyhydrique. On a alors la faculté d'obtenir des projections carrées, de 3 mètres de haut, fortement éclairées.

Nous avons créé divers types de ce modèle, dont un, assez économique (35 francs), est représenté par la figure 47. Mais ce dernier ne saurait guère être employé que comme amusement, les images n'étant pas assez parfaites pour pouvoir servir aux démonstrations scientifiques.

VIII

APPAREIL DE PROJECTION

Modèle perfectionné pour Facultés, Cours, Conférences, etc.

Nous ne saurions trop recommander l'appareil de la fig. 48, qui est muni de tous les perfectionnements qu'une pratique de chaque jour nous a amené à y apporter successivement. Par sa commodité, la sûreté de son maniement et les bons résultats qu'il donne, il est par excellence l'instrument qu'on doit préférer, lorsqu'un budget trop limité n'oblige pas d'en prendre un d'un prix plus réduit.

C'est ce même modèle que nous avons fourni à nos premiers établissements scientifiques de Paris et des départements.

Ainsi que le montre la figure 48, il diffère peu, en apparence, de tous les appareils de ce genre, construits depuis longtemps. C'est dans les détails de sa construction que résident les perfectionnements.

Une des principales modifications qui y ont été apportées consiste dans la transformation du chalumeau. Au lieu de reposer sur le socle A (fig. 48), il est

supporté par une double platine en cuivre B, réunissant les colonnes. Chacune de ces platines est munie d'un mouvement de rappel à crémaillère, permet-

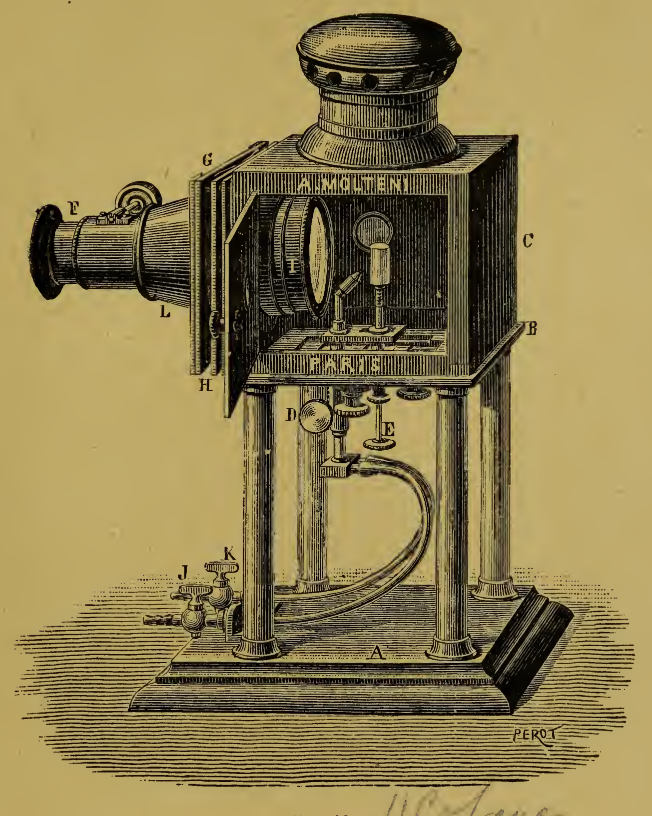


Fig. 48.

tant de déplacer lentement et sûrement le chalumeau de droite à gauche et d'avant en arrière. — Une troisième crémaillère D permet d'effec-

tuer le réglage en hauteur, de sorte qu'on amène avec facilité le point lumineux au foyer des lentilles.

Ces mouvements sont aussi très utiles pour changer le chalumeau de place, lorsqu'il s'agit de modifier l'angle, sous lequel le faisceau lumineux sort de l'appareil, et de le concentrer sur un point déterminé.

Le porte-chaux est indépendant, de manière à pouvoir être éloigné plus ou moins du bec du chalumeau, suivant la pression des gaz. Le bouton E sert à faire tourner la chaux sur elle-même, de façon à présenter constamment une surface nouvelle au jet de gaz.

Le corps C de l'appareil s'enlève à volonté ; le chalumeau reste seul monté sur ses quatre colonnes et peut être utilisé comme un chalumeau à pied ordinaire.

Le condensateur de lumière, que l'on voit en D, est composé de trois lentilles, dont la monture est indépendante du cône E. Aussi, en enlevant ce dernier, qui est ajusté à coulisse sur la façade, on peut projeter un faisceau de lumière, que l'on rend à volonté convergent ou parallèle.

L'objectif est indépendant du porte-crémaillère, dans lequel il entre à frottement, et peut se retirer instantanément suivant le besoin.

Quand on enlève le cône E, la coulisse GH reste attenante à l'appareil et peut servir à recevoir les pièces destinées aux différentes expé-

riences d'optique. Les clichés photographiques se placent entre deux lames, pressées par des ressorts qui leur assurent une position invariable pendant la projection. Les cadres peuvent être introduits, soit horizontalement, soit verticalement. Enfin une double plaque permet à l'air de circuler entre les lentilles et l'objet placé dans les coulisses.

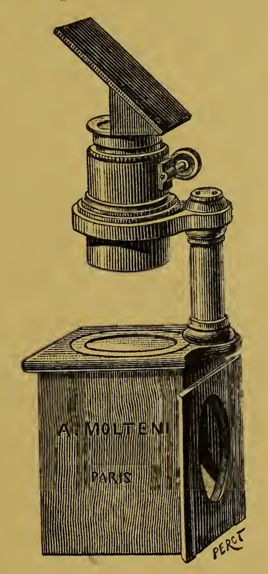


Fig. 49.

On remarquera que les robinets J, K sont indépendants du chalumeau. On les a ainsi disposés afin que, si on a à les manœuvrer pendant les projections, on ne donne aucun ébranlement au chalumeau.

Lorsque l'appareil est destiné à fonctionner à

volonté avec la lampe électrique ou avec l'éclairage oxyhydrique, les platines mobiles, au lieu d'être au haut des colonnes, sont placées sur le socle et peuvent recevoir alternativement un chalumeau ou un régulateur.

Mais, si l'on ne doit se servir que de la lumière oxyhydrique, le premier mode de construction est préférable.

Pour la projection des objets placés horizontalement, on enlève le cône de projection E que l'on remplace par le support à réflexion totale (fig. 49). Ce support renferme une glace inclinée à 45° sur laquelle sont dirigés les rayons lumineux de l'appareil. Les dits rayons sont réfléchis sur l'objectif disposé verticalement. Cet objectif les projette sur une seconde glace, que l'on aperçoit dans la figure au-dessus et qui renvoie alors l'image directement sur l'écran.

Il faut ne pas oublier de retirer deux des lentilles éclairantes et ne conserver qu'une des grandes, autrement on ne pourrait pas approcher les chalumeaux assez près du condensateur, pour éclairer tout le champ de projection.

IX

APPLICATION DES APPAREILS PRÉCÉDENTS A LA FANTASMAGORIE

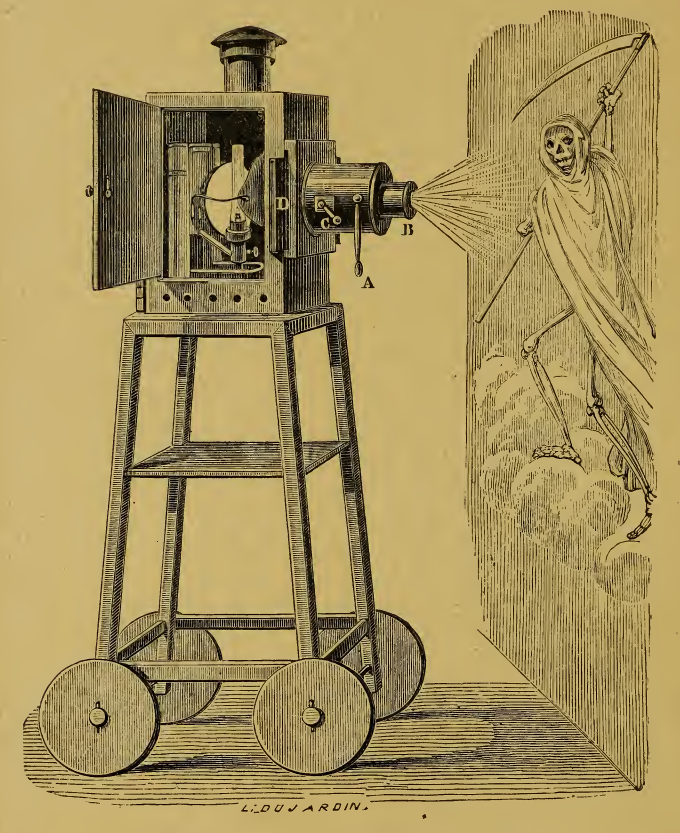
La *fantasmagorie* est un mode d'emploi particulier des appareils décrits dans les chapitres précédents. On peut obtenir des effets de fantasmagorie avec une simple lanterne magique comme avec l'appareil de projection le plus perfectionné.

La fantasmagorie consiste à faire apparaître un objet, que le spectateur croit voir d'abord dans un éloignement assez reculé et qui, en apparence, se rapproche de plus en plus jusqu'à paraître s'élancer dans la salle.

Pour cela, il faut que l'image soit projetée sur la toile, d'abord petite et sombre, puis qu'elle s'agrandisse graduellement et qu'elle s'éclaire de plus en plus. On atteint ce double but, en éloignant l'appareil peu à peu de l'écran et en entr'ouvrant lentement le diaphragme ou œil-de-chat, qui laisse sortir de l'appareil une somme plus ou moins grande de lumière.

Tout d'abord, comme il ne faut pas que le spectateur puisse découvrir la manœuvre, les projec-

tions se font sur un écran transparent séparant la salle des séances en deux parties. D'un côté est disposé l'appareil ; de l'autre, se trouvent les spectateurs.



Extrait de la *Physique de Ganot* (Fig. 50).

L'appareil est monté sur un chariot mobile (fig. 50), dont les roues sont garnies de drap ou

de caoutchouc, afin d'éviter toute espèce de bruit, susceptible de trahir le mouvement d'avance ou de recul de l'appareil. De plus, afin que le déplacement du chariot s'effectue selon une direction exactement perpendiculaire à la toile, on le fait rouler sur des rails en bois, comme les coulisses d'un lit. Cela évite, en outre, les soubresauts que les inégalités du parquet imprimeraient à l'appareil.

Supposons qu'il s'agisse de faire apparaître, puis d'agrandir un fantôme, comme celui représenté par la fig. 50. On rapproche l'appareil de l'écran de quelques décimètres, en ayant soin de tenir le diaphragme fermé. On met le tableau D dans la coulisse, puis on lâche légèrement la ficelle A, pour laisser passer un peu de lumière. Une lueur de peu d'étendue apparaît, sans formes définitives, car on ne met pas encore le tableau au point.

D'une main, on tient la ficelle A et, de l'autre, la manivelle C; puis, avec le coude, on pousse doucement le chariot, qui se met en marche à reculons. La lueur lumineuse s'élargit, et, à mesure qu'elle augmente, on lâche la ficelle A, pour donner graduellement plus de lumière. En même temps, on précise de plus en plus la *mise au point* (1), afin que l'image gagne tout à la fois en grandeur, en lumière et en netteté. De cette façon,

(1) On appelle *mise au point* l'opération consistant a donner à l'image son maximum de netteté à l'aide du déplacement de l'objectif mû par la crémaillère.

le fantôme, qui paraissait primitivement petit, sombre et mal défini, semble se rapprocher de plus en plus du spectateur.

Quelquefois, selon les sujets, on fait la manœuvre inverse. L'image apparaît, grande et lumineuse, pour ensuite diminuer, s'assombrir et enfin disparaître dans une lueur confuse.

Tel est, en peu de lignes, le secret de la fantasmagorie. Il est évident que ce genre d'expériences si curieuses ne produit d'illusion qu'à la condition qu'elles soient bien préparées et bien exécutées. L'illusion est à son comble, lorsque, par suite de la disposition des lieux, on peut arriver à dissimuler aux regards l'existence de la toile, soit avant la séance, soit pendant le cours des projections.

La pièce, dans laquelle on opère, doit être de couleur sombre, ainsi que le plafond, afin d'éviter les reflets des murailles qui éclairent la toile.

Au moment où les spectateurs entrent dans la pièce, l'écran doit être dissimulé par un rideau ou par un décor. Tout le monde étant en place, on éteint complètement les lumières de la salle, afin que le public reste quelques secondes dans les ténèbres; puis, l'image étant déjà projetée sur l'écran, on écarte sans bruit le rideau, et le fantôme apparaît à l'improviste, sans que le spectateur puisse se rendre compte de l'endroit où est placé l'écran. De cette façon, son imagination est frappée immédiatement.

Au commencement du siècle, quand Robertson mit en honneur la fantasmagorie, c'est principalement aux dispositions ingénieuses de tous ces détails qu'il dut son succès, car il n'avait pas alors à son service les appareils et les éclairages dont on dispose aujourd'hui.

Quand on opère avec la lumière oxyhydrique, il faut se munir de tuyaux de caoutchouc assez longs et disposés de telle manière qu'ils ne gênent en rien la manœuvre de l'appareil.

Si la lanterne dont on se sert n'est pas garnie d'un œil-de-chat pour régler la sortie des rayons, on obvie à cet inconvénient en plaçant la main devant l'objectif et en écartant les doigts plus ou moins, de façon à ne laisser passer que la lumière nécessaire.

On a expérimenté différents systèmes de levier pour maintenir les images au point, quelle que fût la distance séparant l'appareil de l'écran; mais ces dispositions compliquées ne donnent pas des résultats assez satisfaisants pour qu'on s'en embarrasse, d'autant plus qu'au bout de deux ou trois expériences, on arrive à exécuter très bien la manœuvre qui vient d'être expliquée.



Fig. 51.

Pour compléter les effets fantasmagoriques, on peut produire des apparitions dans la salle même, au milieu des spectateurs, et les changer conti-

nuellement de place, les enlever d'un endroit pour les faire réapparaître de nouveau à l'extrémité opposée de la pièce.

On emploie, à cet effet, des masques transparents, munis d'une lanterne sourde (fig. 51). Un long bâton, à l'extrémité duquel le masque est fixé, sert à le promener au-dessus de la tête des spectateurs, qui, étant dans l'obscurité, ne peuvent le distinguer. Il y a, le long du bâton, deux ficelles, qui servent à manœuvrer une trappe à l'intérieur de la lanterne. Suivant que cette trappe se trouve ou ne se trouve pas devant la lumière, le masque ne se voit pas ou se voit; il devient visible quand on le rend lumineux.

Pour compléter l'effet, on entoure le manche du bâton d'un linceul, qui recouvre en même temps l'opérateur.

Ces masques transparents représentent, soit des sujets effrayants, soit des sujets grotesques, soit enfin d'autres sujets plaisants.

X

MICROSCOPE A GAZ

Avant de passer aux appareils doubles, il y a lieu de dire un mot de la projection des objets microscopiques.

Les appareils, construits pour projeter les photographies de 7 centimètres de côté, ne montrent point les petits objets sous d'assez grandes dimensions. On modifie alors l'appareil, en remplaçant l'objectif ordinaire par un corps de microscope, analogue à celui du microscope solaire.

Dans le cas actuel, vu la grande absorption de lumière qui résulte de l'emploi de ce corps de microscope, il faut recourir à la source la plus intense, c'est-à-dire à la lumière électrique. Cependant, on peut, au besoin, se contenter de l'éclairage aux deux gaz. La fig. 52 représente un microscope à gaz tout installé. Comme il n'y a jamais trop de lumière pour éclairer les projections de ce genre, on est amené à employer dans ce cas les gaz sous pression en se servant de deux sacs, dont l'un est rempli d'hydrogène et l'autre d'oxygène.

La manœuvre des gaz et des chalumeaux a été

suffisamment décrite précédemment pour que nous n'y revenions pas ici. Nous ajouterons seulement

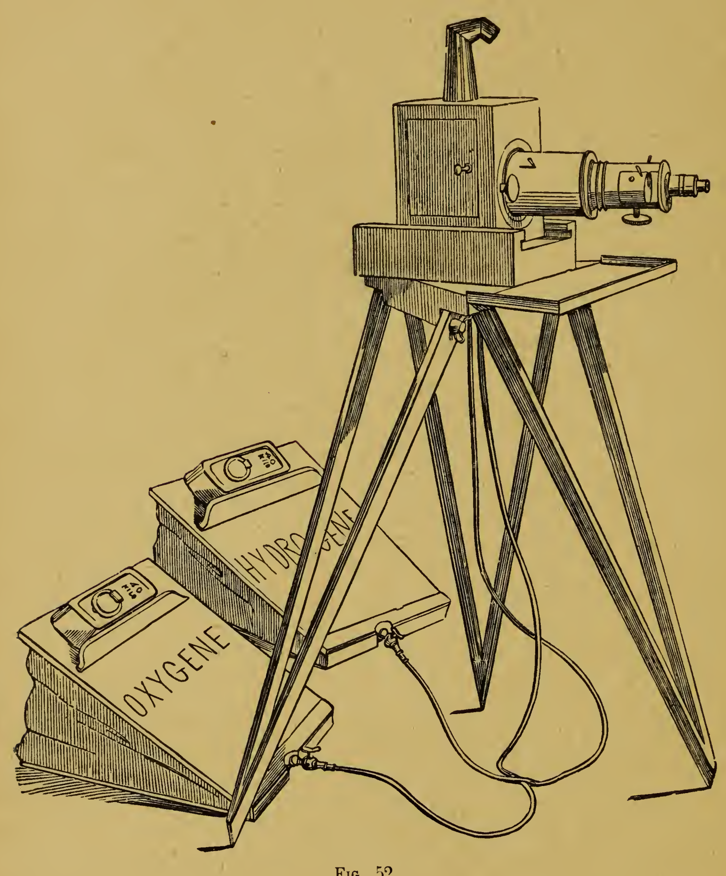


Fig. 52.

que, dans l'emploi de ce microscope, le centrage du point lumineux doit être encore plus précis que

que quand on fait simplement usage de l'appareil ordinaire de projection.

De plus, la pression à laquelle sont soumis les gaz, l'ouverture des robinets, la distance de la chaux au bec du chalumeau doivent être réglés de façon à obtenir le maximum d'intensité avec le plus petit point lumineux possible. Il importe que l'instrument soit construit de telle sorte, qu'on puisse amener mathématiquement ce point lumineux à la place qu'il doit occuper.

Le microscope à gaz exigeant une lumière très intense, sous le plus petit diamètre possible, il faut, si l'on veut se mettre dans les meilleures conditions, employer le chalumeau à gaz combinés et placer les deux sacs sous le même pressoir, comme c'est expliqué page 78 et suivantes.

XI

POLYORAMA

1° *Appareil à projection double*

Avec les appareils que nous avons passés en revue jusqu'ici, lorsqu'un tableau a été projeté, il faut le retirer de la lanterne pour le remplacer par un autre. Pendant le changement, on doit, ou fermer l'objectif, ou laisser l'écran en pleine lumière. Cela fait assez mauvais effet dans l'un ou l'autre cas (1).

L'avantage du polyorama, ou *appareil à vues fondantes*, est d'occuper la toile d'une manière continue. Les projections se succèdent sans interruption en se fondant, pour ainsi dire, l'une dans l'autre, l'une s'éteignant pendant que l'autre acquiert déjà plus de vigueur. Le côté le plus intéressant de ce mode de représentation est d'obtenir plusieurs transformations successives d'une même vue, que l'on fait passer du jour à la nuit, de l'été

(1) On a bien des châssis doubles, permettant de faire succéder instantanément les vues les unes aux autres; mais ces changements sont brusques et ne remplacent pas les vues fondantes.

à l'hiver. On peut aussi donner de l'animation à la vue déjà projetée sur l'écran, en la complétant par des effets complémentaires d'aurore boréale, de neige, d'incendie, etc. etc.

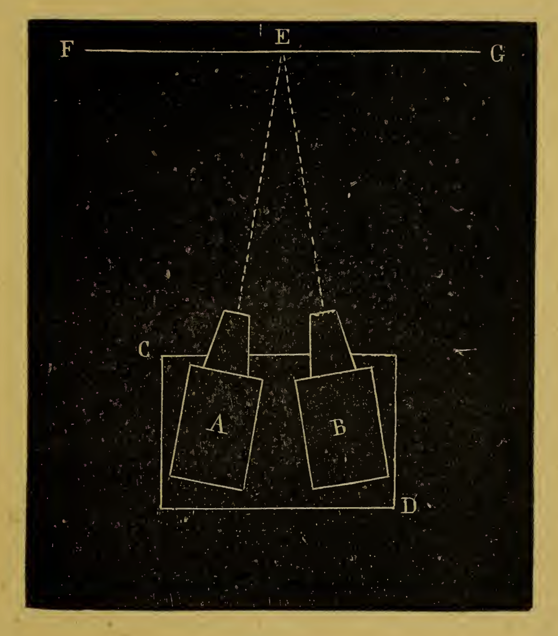


Fig. 53.

Les appareils doubles trouvent aussi leur emploi dans l'enseignement et dans les conférences scientifiques, lorsqu'il s'agit de montrer les différentes phases d'un phénomène ou de superposer deux images dont la réunion doit produire un effet déterminé. Sur notre catalogue de tableaux figure

une série de sujets, qui ne peuvent être projetés qu'avec un appareil de ce genre. Par exemple, c'est avec un appareil double que nous avons représenté, lors d'une conférence de M. Stanislas Meunier, à la Sorbonne, les apparitions, passages et explosions de bolides.

Ces effets, qui peuvent se compliquer à l'infini, s'obtiennent à l'aide de deux, trois, quatre ou cinq lanternes, dirigées vers le même point de la toile, sur laquelle elles projettent, simultanément, les sujets principaux et les effets complémentaires.

Supposons deux lanternes A et B (fig. 53). Elles sont montées sur une même tablette CD, avec laquelle elles sont articulées de façon à pouvoir être amenées à faire converger leurs lumières respectives vers le même point E de l'écran FG. Ces lanternes sont munies de ces diaphragmes mobiles, dont nous avons déjà parlé, permettant de laisser passer ou d'intercepter à volonté les rayons qui sortent des objectifs.

Plaçons dans la lanterne A un paysage d'été et, dans la lanterne B, le même paysage vu en hiver. Le diaphragme de A étant ouvert et celui de B fermé, c'est la vue d'été que l'on aperçoit sur l'écran.

Si, pendant que nous fermons graduellement le diaphragme de A, nous ouvrons progressivement de la même quantité celui de B, la vue d'été disparaît insensiblement pendant que la vue d'hiver devient de plus en plus visible et finit par occuper

seule l'écran, la première ayant complètement disparu.

Les vues sont ainsi fondues l'une dans l'autre, sans que le spectateur, placé de l'autre côté de l'écran, puisse s'apercevoir de la manière dont cet effet est produit.

Si, pendant que l'appareil B est ouvert, nous voulons faire tomber de la neige sur la vue d'hiver, nous retirons la vue d'été de l'appareil A, qui est fermé, et nous mettons à sa place le mécanisme en usage pour imiter la chute de la neige; puis, laissant toujours B ouvert, nous ouvrons également la lanterne A, de sorte que, sur l'écran, nous obtenons en même temps la vue d'hiver projetée par B et les points blancs, figurant la neige projetée par A.

On voit, par ces exemples, que les deux lanternes d'un polyorama sont appelées, suivant les cas, à fonctionner alternativement ou simultanément.

On remarquera aussi qu'avec l'appareil aux deux lanternes nous n'avons pu faire tomber la neige qu'après que la vue d'hiver se trouvait déjà projetée sur l'écran. Pour faire neiger sur une vue d'été et pour passer graduellement à l'effet d'hiver, un troisième appareil est nécessaire. La manœuvre s'exécute alors de la manière suivante.

Pendant que la vue de l'appareil A se fond dans celle de B, le troisième appareil, fonctionnant en même temps, projette l'image de la neige qui tombe.

Si, pendant que la neige tombe, on voulait produire un autre effet, tel que celui de l'incendie d'une ferme, faisant partie du paysage, il faudrait employer un quatrième appareil.

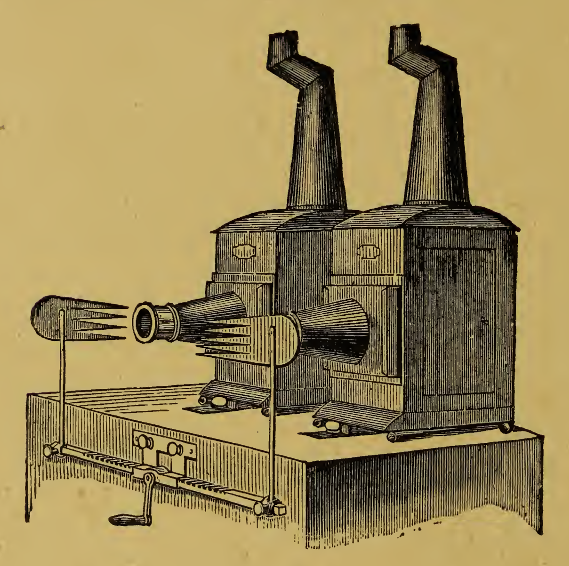


Fig. 54.

Par ces exemples, on peut comprendre quel est le but de ces appareils multiples qui se construisent rarement, et seulement pour des établissements spéciaux. Les appareils doubles sont, du reste, suffisants pour produire la plupart des effets de polyorama, et il vaut toujours mieux ne pas compliquer son matériel.

Différentes dispositions peuvent être employées pour permettre de masquer successivement la

lumière des deux lanternes composant un polyorama.

La fig. 54 représente le *Dissolver anglais*.

Dans cet appareil, une lame dentée passe lentement devant un des objectifs de façon à le masquer graduellement, pendant qu'une seconde lame semblable découvre l'autre objectif.

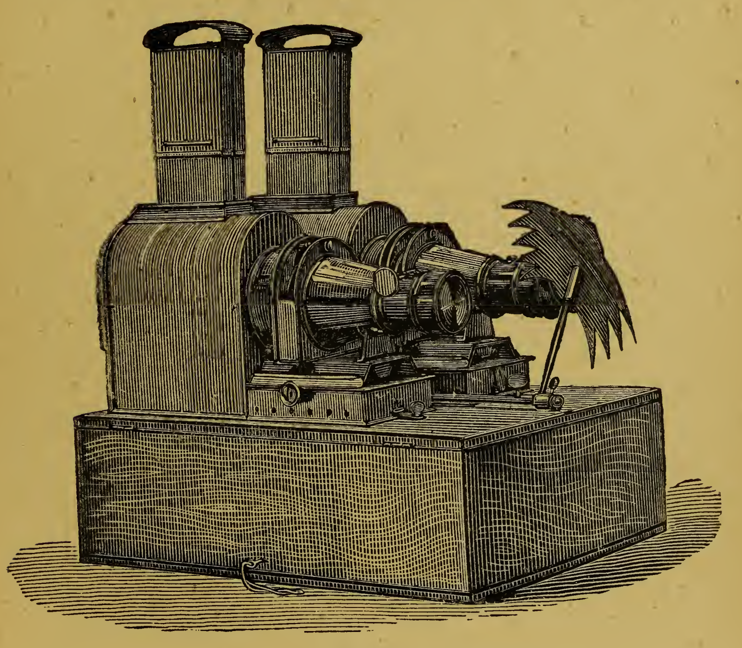


Fig. 55.

Dans la fig. 55 se trouve représentée une disposition analogue adaptée à l'appareil double américain.

Mais le système des diaphragmes à ouvertures variables, adopté pour l'appareil dessiné dans la fig. 56, est plus perfectionné.

La fig. 56 représente la disposition habituelle des polyoramas.

Les deux lanternes A et B, montées sur la planchette CD, sont mobiles dans le sens horizontal, afin qu'on puisse régler la convergence de leur lumière sur l'écran. Cette convergence varie nécessairement selon la distance à laquelle on opère.

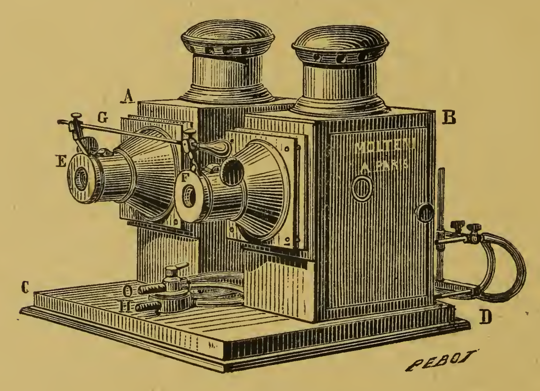


Fig. 56.

L'appareil de la fig. 56 peut fonctionner à volonté avec des lampes à pétrole à plusieurs mèches, avec la lumière oxyhydrique ou avec la lumière oxycalcique.

Les deux lampes, munies de leurs réflecteurs, sont introduites dans les boîtes et mises soigneusement en place, de façon qu'on obtienne un disque

uniformément éclairé comme celui représenté en A (fig. 23).

On procède alors à la convergence des lanternes de la façon suivante. Un tableau se trouvant à l'intérieur de l'appareil A, on met au point ; puis on le retire, pour en faire autant avec l'appareil B, dont on enlève également le tableau. On obtient alors sur l'écran deux disques lumineux, qui sont de la même grandeur mais qui ne se superposent pas. L'un déborde à droite, l'autre à gauche ; on desserre les écrous à l'intérieur; les boîtes, rendues libres, peuvent se déplacer, et l'on amène aisément les disques l'un sur l'autre, puis on serre les écrous. E et F sont des diaphragmes à ouverture variable, qui se ferment ou s'ouvrent graduellement pour donner des vues fondantes. On peut les rendre solidaires par une tringle G, dont la longueur est réglée de telle sorte que l'un des diaphragmes est fermé, pendant que l'autre reste ouvert : mais il est utile de pouvoir les rendre indépendants à un moment donné. A cet effet, la tringle G peut se dégager instantanément des leviers qui commandent les diaphragmes.

En suivant exactement ces explications et celles données précédemment, on peut facilement faire fonctionner un polyorama avec les lampes ordinaires.

La marche à suivre n'est pas la même si l'on emploie la lumière oxyhydrique.

Disons tout d'abord que les diaphragmes E et F

ne sont plus nécessaires, le *fondant* s'obtenant à l'aide d'un robinet particulier, dont il va être question. Aussi, avec les appareils construits pour marcher seulement au gaz, peut-on s'en passer. Ils ne servent que dans certains cas pour ouvrir ou pour fermer brusquement les appareils, si l'on veut produire, par exemple, des apparitions d'éclairs ou obtenir d'autres effets instantanés semblables.

Une pièce importante du polyorama, éclairé par la lumière oxyhydrique, c'est le *robinet distributeur*, que l'on distingue sur le devant de la planchette de l'appareil. Avant l'invention de ce robinet, on était obligé d'avoir une prise de gaz d'éclairage spéciale pour chaque appareil, ainsi que deux sacs d'oxygène. Il est vrai que l'on pouvait simplifier cette installation en bifurquant le conduit unique amenant le gaz, ainsi que l'oxygène, pris sur un sac ; mais on devait conserver tout le temps les deux lanternes allumées, et, pour fondre les vues successives, on employait les diaphragmes E et F comme avec des lampes à huile.

Le robinet distributeur ne sert pas seulement à fondre les vues ; il barre encore la route à l'oxygène du côté de la lanterne qui ne fonctionne pas, ce qui permet de réaliser une économie très considérable.

Deux distributeurs sont nécessaires : un pour l'hydrogène, un pour l'oxygène. La figure 56 les représente montés l'un au-dessus de l'autre. La

tubulure H se trouve à l'arrivée du gaz d'éclairage, la tubulure O à celle de l'oxygène.

Comme, en employant le gaz d'éclairage, la dépense est insignifiante et que, de plus, il faut qu'il reste constamment allumé, le distributeur inférieur n'a pas de robinet fondant comme le distributeur supérieur.

A la tubulure H s'adapte le tuyau en caoutchouc amenant le gaz d'éclairage de la conduite la plus proche. A sa sortie du distributeur, où il passe librement, le gaz se divise, comme on peut le voir sur la figure, pour aller alimenter en même temps le chalumeau de l'appareil A et celui de l'appareil B.

La tubulure O reçoit le tuyau amenant l'oxygène du sac ou du gazomètre; mais, comme ce distributeur supérieur est muni d'un robinet particulier, l'oxygène n'arrive à l'un ou à l'autre des chalumeaux qu'autant qu'on a tourné la clé d'une manière convenable.

Les quatre figures 57, 58, 59, 60 feront comprendre immédiatement comment la manœuvre doit être exécutée.

Dans ces quatre figures, les mêmes tubulures portent les mêmes lettres pour en faciliter l'intelligence.

La grosse tubulure A se trouve à l'arrivée du gaz oxygène, provenant directement du sac. La tubulure B l'envoie dans un des chalumeaux; la tubulure C dans l'autre.

Des flèches indiquent dans chaque figure la direction suivie par l'oxygène, à son entrée dans le robinet distributeur et à sa sortie.

Dans la position indiquée par la figure 57, le *manche D, qui sert à ouvrir et à fermer ce robinet, étant en travers*, l'oxygène ne passe pas. Les deux appareils sont donc alors privés de lumière.

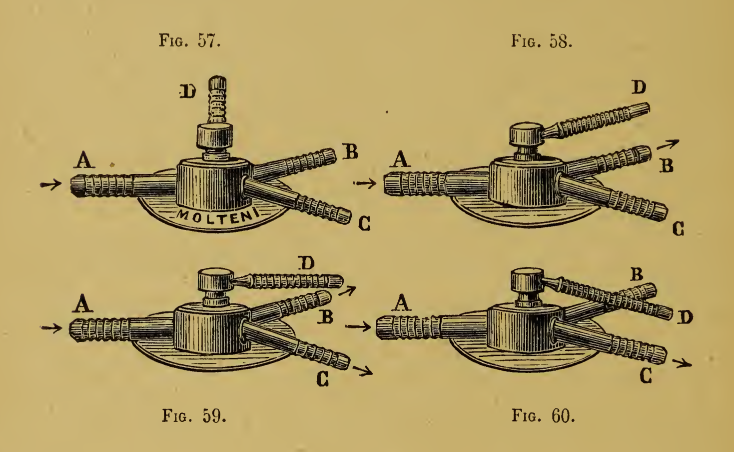


Fig. 57. Fig. 58. Fig. 59. Fig. 60.

Dans la position indiquée par la figure 58, le manche D étant au-dessus de la tubulure B, l'oxygène passe dans le chalumeau correspondant, et non dans l'autre.

Dans la position indiquée par la figure 60, le manche D se trouvant au-dessus de la tubulure C, c'est le second chalumeau qui produit une pleine lumière, le premier étant alors éteint.

Enfin, dans la position indiquée par la fig. 59, le manche D étant entre les tubulures, les deux cha-

lumeaux reçoivent en même temps de l'oxygène, et les appareils peuvent projeter deux vues superposées.

Pour que les deux appareils donnent en même temps une pleine lumière, il faut amener le manche D au-dessus de la tubulure A.

Pour fondre les vues, il suffit de tourner doucement le manche du robinet distributeur d'une tubulure vers l'autre.

Maintenant que nous avons vu comment les gaz se distribuent dans les deux lanternes, nous ne pouvons que renvoyer aux pages 68 et suivantes, ainsi qu'à la page 102, pour ce qui concerne la manœuvre des chalumeaux, le réglage des robinets et le centrage des points lumineux.

Tout étant en ordre, les disques lumineux bien uniformément éclairés et se superposant complètement, il ne reste plus qu'à glisser les tableaux à leur place et à les mettre au point. Nous supposons ici qu'au préalable les cadres auront été ajustés, comme il sera expliqué plus loin, afin que chaque vue tombe bien à sa place sur l'écran.

La disposition horizontale (fig. 56) oblige l'opérateur à passer continuellement derrière l'appareil pour aller d'une lanterne à l'autre pour y introduire de nouveaux tableaux. De plus, lorsque deux tableaux mécanisés doivent être projetés simultanément, il faut deux personnes pour manœuvrer l'appareil.

Aussi, depuis plusieurs années, a-t-on adopté

l'appareil double vertical (fig. 61, 62 et 63). C'est le type dont nous nous servons depuis longtemps dans beaucoup d'expériences que nous faisons.

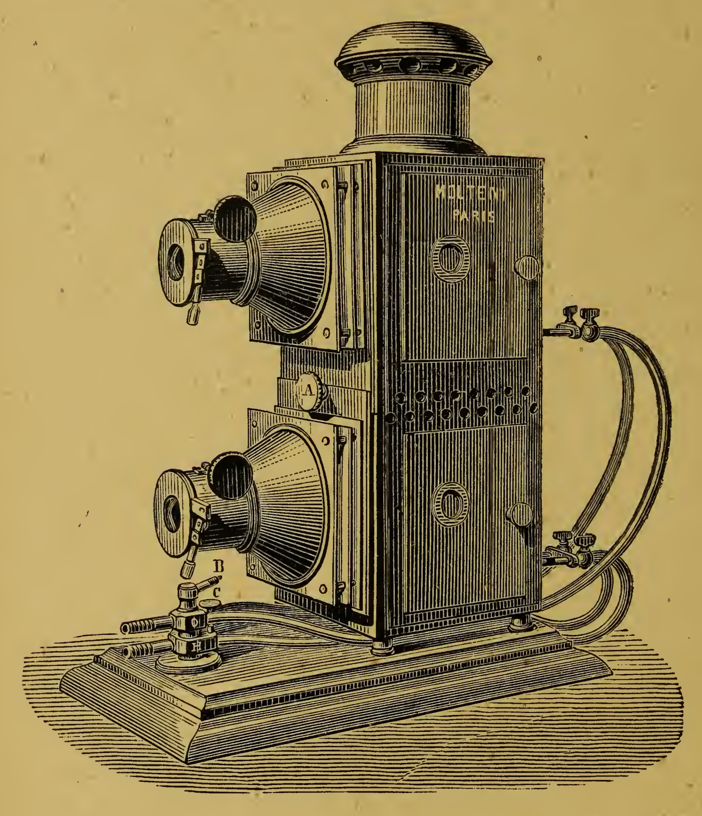


Fig. 61.

Nous pouvons donc le recommander en toute connaissance de cause.

Il occupe moins d'espace ; il est d'un transport

plus facile, il forme un ensemble compact, moins sujet à se déranger, et il a surtout l'immense

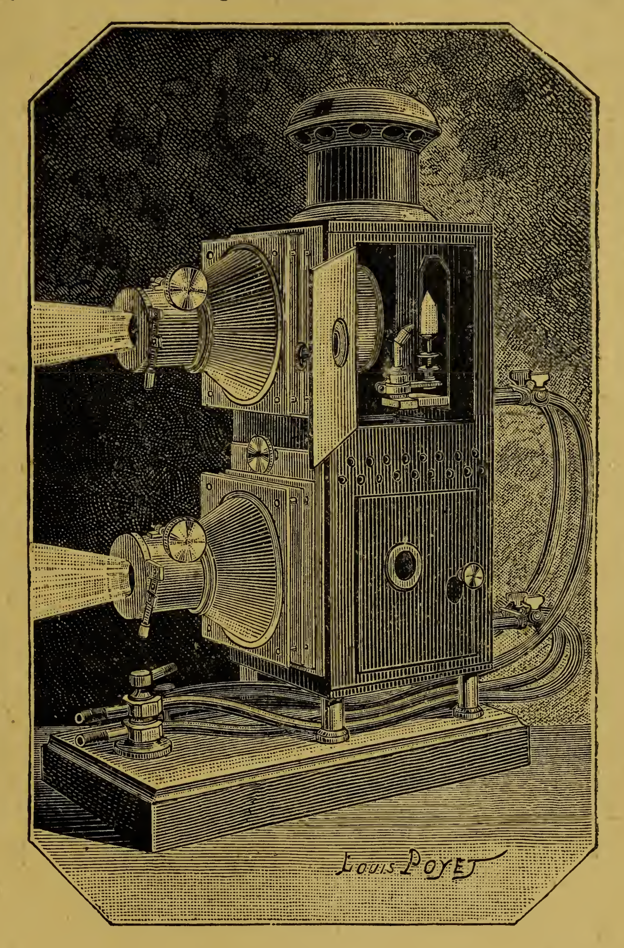


FIG. 62.

avantage de permettre à l'opérateur, qui reste en

place, de pouvoir manœuvrer simultanément les tableaux des deux appareils. On a tout sous la main : robinets, crémaillères de mises au point, chalumeaux, vis de rappel pour les convergences, diaphragmes. En un mot, on peut au besoin manœuvrer en restant assis et sans se déranger. Parmi les avantages du polyorama vertical, nous devons encore signaler celui de pouvoir faire passer dans chaque lanterne successivement les différentes parties d'une même vue, ayant des dimensions en longueur supérieures à la largeur de l'appareil. Ceci est impossible avec l'appareil horizontal à double lanterne.

La fig. 62 représente le même appareil dont une des portes a été ouverte.

Bien que la forme de l'appareil, représenté par la figure 61, soit différente des précédentes, les éléments qui le composent restent les mêmes que ceux du modèle, dont nous venons de parler, représenté par la fig. 56.

La convergence des appareils s'obtient ici très simplement, puisqu'il suffit de tourner dans un sens ou dans l'autre le bouton A, qui commande à la fois les deux systèmes optiques et permet de les incliner plus ou moins suivant l'éloignement, de l'écran. Cette facilité est surtout appréciable lorsque, ayant deux effets à produire à la fois sur la toile, on s'aperçoit que la coïncidence n'est pas exacte, car, immédiatement, le bouton A les ramène l'un sur l'autre.

Les appareils d'une construction plus économique sont munis de quatre boutons de réglage, disposés comme on peut le voir dans la fig. 63.

Les distributeurs pourraient être les mêmes. Cependant nous les avons modifiés légèrement.

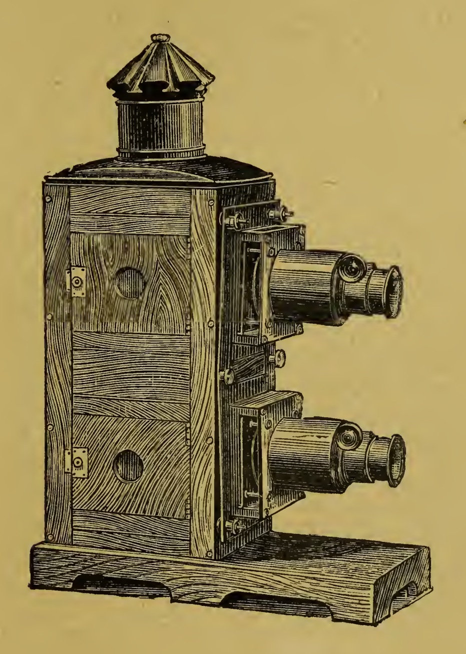


Fig. 63.

Nos premiers appareils de ce genre étaient munis d'un système de quatre robinets conjugués, ayant pour but d'économiser également le gaz d'éclairage ; mais ce système était un peu compli-

qué, tandis que le distributeur actuel (fig. 61) est beaucoup plus simple et atteint le même but.

Dans certains cas, lorsque le gaz d'éclairage n'arrive pas en abondance, ou bien lorsqu'on se sert d'hydrogène préparé spécialement pour la circonstance, on a intérêt à économiser ce gaz et à l'empêcher de brûler inutilement dans l'appareil qui ne fonctionne pas.

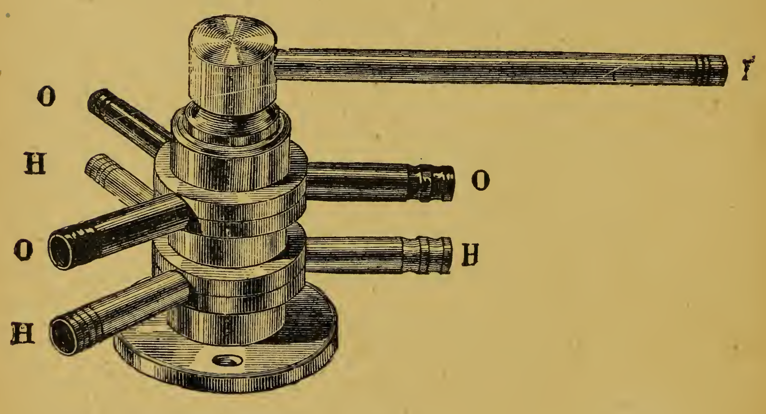


Fig. 64.

Pour obtenir ce résultat, le distributeur inférieur est muni, comme celui de l'oxygène, d'un robinet. Les deux robinets se manœuvrent en même temps au moyen de la clef B (fig. 61); mais il faut, en outre, que l'hydrogène ne s'éteigne pas complète-

ment et qu'il en passe une petite quantité qui reste allumée.

A cet effet, un petit conduit relie entre elles les deux tubulures, et le bouton C, qui est visible sur la figure 61, sert à régler la quantité qui doit passer pour entretenir un peu de lumière dans la lanterne qui ne fonctionne pas.

Les autres détails de la manœuvre étant les mêmes que pour l'appareil horizontal, nous ne nous y arrêterons pas plus longtemps. La figure montre, du reste, la disposition des tuyaux et les différents détails qu'il peut être intéressant de connaître.

La figure 64 montre en grand un modèle de robinet double.

XII

POLYORAMA (*suite*)

2° *Appareil à projection multiple*

Ainsi que nous l'avons déjà dit, les effets complémentaires s'obtiennent à l'aide d'un troisième, d'un quatrième ou d'un cinquième appareil supplémentaire, que l'on peut disposer de bien des manières.

La plupart du temps, si l'on a déjà à sa disposition un appareil double, on peut prendre un appareil simple, que l'on place à droite ou à gauche de l'appareil principal, en ayant soin d'en faire converger la lumière vers la même partie de l'écran. Ce troisième appareil ne fonctionne que de temps à autre, tandis que l'appareil à projection double fonctionne pendant toute la durée de la séance.

Si l'on préférait que tous les appareils fussent réunis, on pourrait, par les fig. 65, 66, 67, 68, se faire une idée des différentes dispositions à adopter.

Les fig. 65, 66, 67, indiquent les dispositions qui peuvent convenir à un appareil à trois lan-

ternes, et la fig. 68 une disposition pour appareil à cinq lanternes. Mais, comme il a déjà été dit,

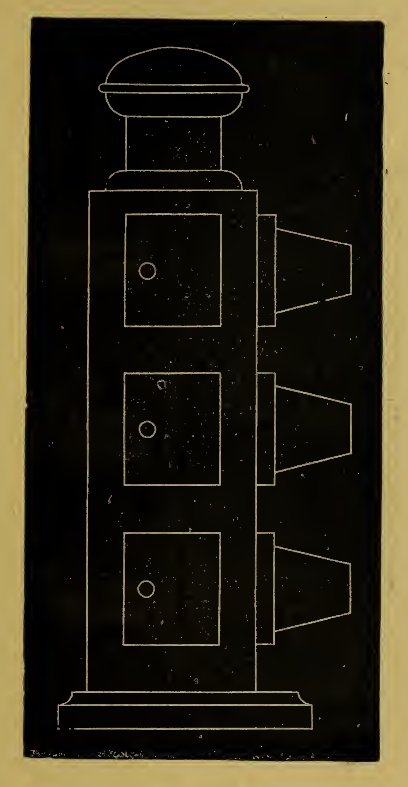


Fig. 65.

ces appareils par trop compliqués ne sont pas d'un emploi usuel. Aussi fait-on bien de s'en tenir, dans la pratique, aux appareils doubles ou triples.

Il se présente ici une question intéressante à résoudre. Peut-on, avec un seul sac ou gazomètre, alimenter 3, 4 ou 5 chalumeaux ?

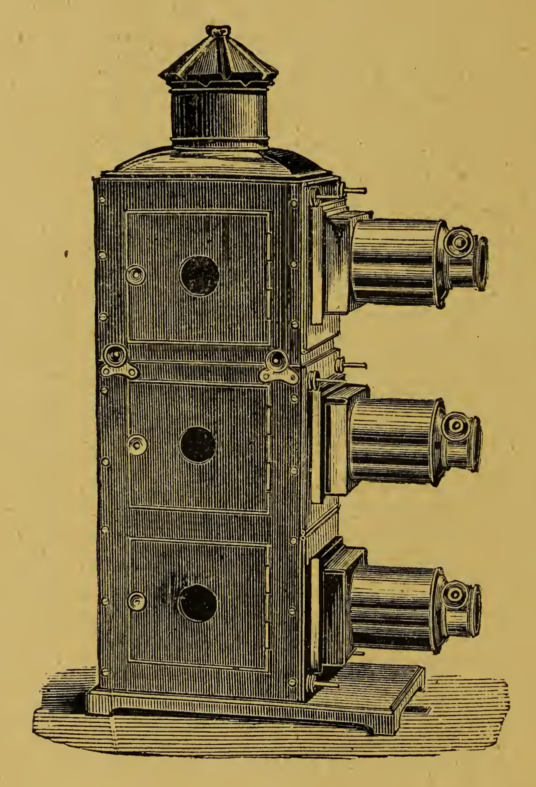


Fig. 66.

En principe, il est évident qu'avec un seul gazomètre on peut fournir du gaz à un nombre plus ou moins considérable de becs ; mais on ne leur en

fournira pas dans une égale proportion. Suivant les résistances qu'il rencontre dans sa circulation, le gaz arrive plus facilement à certains becs qu'à d'autres, de sorte qu'on est exposé à une grande inégalité dans la répartition de l'éclairage.

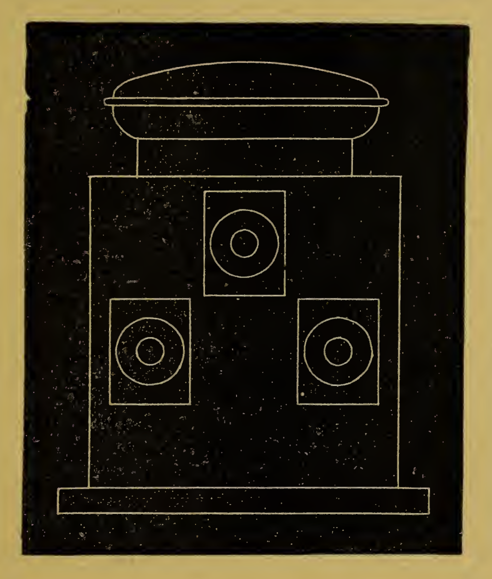


Fig. 67.

Déjà, pour l'appareil à double projection, l'expérience montre que l'un des chalumeaux éclaire souvent mieux que l'autre et que, pour les égaliser tous les deux, il faut tâtonner dans le réglage des robinets.

Lorqu'on se sert d'un appareil à triple projection, les inégalités s'accentuent, et deux des becs

consomment une quantité proportionnellement plus forte des deux gaz au détriment du troisième bec. Aussi conseillons-nous, dans ce cas, de se

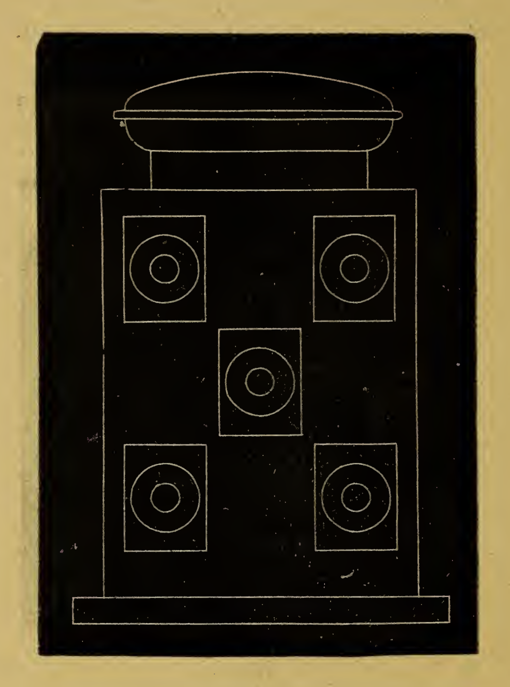


Fig. 68.

munir d'un grand sac, fournissant l'oxygène au distributeur des deux appareils, qui fonctionnent continuellement, et d'avoir pour le troisième chalumeau un petit sac spécial, ainsi qu'une prise de gaz d'éclairage indépendante.

Comme ce troisième appareil ne fonctionne que

par intervalles, quand on n'en a pas besoin, on ferme le robinet d'oxygène afin d'éviter une consommation inutile de gaz.

Si on opère avec un appareil à projection quadruple, on peut avoir un grand sac pour chaque paire d'appareils et deux robinets distributeurs.

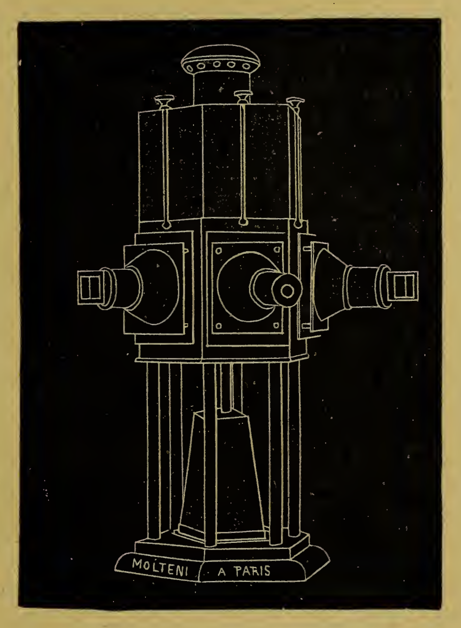


Fig. 69.

Il faut savoir que, même avec l'appareil à double projection, alimenté par un seul sac, les chalumeaux donnent plus de lumière, lorsqu'ils brûlent séparément, que lorsqu'ils brûlent tous les deux en même temps.

D'après cela, si l'on ne regarde pas à la dépense occasionnée par le gaz et le matériel, chaque chalumeau devrait être alimenté au moyen d'un sac spécial et d'une prise de gaz indépendante.

Cependant, on opère rarement ainsi, l'emploi d'un sac unique étant trop simple pour qu'on s'assujettisse, sans nécessité absolue, à accroître son matériel et à compliquer la manœuvre.

Comme type d'appareil à projection multiple, éclairé par la lumière électrique, nous pouvons recommander celui de la fig. 69, montrant la construction que nous avons adoptée. Les trois systèmes optiques y sont disposés de telle sorte, que les foyers des lentilles condensatrices tombent au même point, c'est-à-dire précisément à l'endroit où se forme l'arc voltaïque du régulateur unique, qui fournit la lumière aux trois appareils simultanément.

Les appareils de droite et de gauche sont munis de prismes destinés à renvoyer les images et à les faire converger sur l'écran. L'appareil du milieu sert à produire les effets complémentaires. Cet appareil demande à être construit avec un soin particulier, et chacune des différentes pièces dont il se compose doit être munie de mouvements de rappel permettant d'obtenir la coïncidence parfaite des foyers des trois systèmes optiques et du point lumineux.

Il faut aussi apporter une attention particulière dans le centrage des charbons du régulateur, afin

que l'arc voltaïque ne se forme pas plus d'un côté des charbons que de l'autre; autrement, les trois appareils ne seraient pas également éclairés.

Dans un appareil de ce genre, nous avons remplacé le système optique du milieu par un microscope, afin qu'on puisse se servir de l'instrument tantôt comme appareil polyoramique et tantôt comme microscope photo-électrique.

XIII

AJUSTEMENT DES TABLEAUX

Avant de terminer ce qui a rapport aux polyoramas, nous appellerons d'une façon toute spéciale l'attention sur la manière dont il faut régler les tableaux, la plupart des effets produits sur l'écran n'ayant de valeur qu'à la condition que le public n'aperçoive pas, à chaque changement de vue, d'hésitation et de tâtonnement.

Quel que soit le modèle de polyorama que l'on emploie, ce réglage doit être fait une fois pour toutes pour chaque tableau. A cet effet, on ajuste les cadres de telle sorte, que deux vues, projetées l'une sur l'autre, coïncident ligne pour ligne.

On comprend aisément que, si les cadres mis au hasard dans l'appareil débordent plus ou moins dans les coulisses dont il est muni, ce résultat ne saurait être obtenu.

Prenons comme exemple une vue de l'éruption du Vésuve (fig. 70). A représente la baie de Naples, avec le Vésuve dans le fond, commençant à vomir de la fumée. Il s'agit, avec le tableau de la fig. 71, qui porte sur fond noir des flammes mises en

mouvement à l'aide de la manivelle E, de compléter l'effet d'éruption. Pour que l'illusion soit absolue, il faut que la partie B, représentant les flammes projetées par le second appareil, vienne s'ajuster exactement sur le cratère déjà projeté sur l'écran par le premier appareil.

A cet effet, on fixe à chaque tableau une petite pièce de bois C ou D, de la même épaisseur que le cadre. Ces deux pièces serviront d'arrêt pour empêcher le tableau d'être poussé trop loin dans la coulisse et l'arrêter au point voulu.

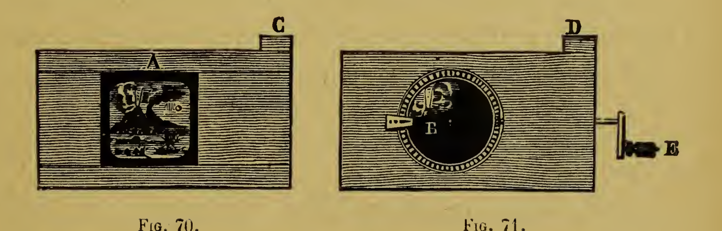


Fig. 70. Fig. 71.

On commence par introduire le tableau A dans l'un des appareils jusqu'a ce que l'arrêt C vienne butter contre le bas de la coulisse de l'appareil.

Puis, pendant que la vue est projetée sur l'écran, on introduit dans l'autre appareil le tableau B (fig. 71), qui est, à son tour, arrêté par la pièce D. Si cette dernière est bien à sa place, la flamme B viendra s'ajuster exactement au-dessus du cratère ; mais c'est un hasard si on arrive du premier coup. Il faut donc retirer le tableau représenté dans la fig. 71 et, à l'aide d'une lime, enlever une très lé-

gère épaisseur de bois. On le replace dans l'appareil et on vérifie si la coïncidence est bien obtenue cette fois, sinon on continue à limer la pièce D jusqu'au moment où le point B correspond bien au cratère.

Ce premier réglage ne suffit pas, car la flamme, tout en se juxtaposant bien sur le cratère, peut être trop haute ou trop basse. Il faut alors donner un coup de lime sur le côté du cadre pour obtenir également la coïncidence dans le sens vertical.

S'il s'agit d'une projection, accompagnée de trois ou quatre effets, il faut régler de la même façon chacun des tableaux destinés à reproduire les effets accessoires sur le tableau principal.

On doit avoir soin que chaque tableau soit repéré avec l'appareil sur lequel il a été ajusté ; il ne serait plus en place si on le changeait d'appareil. Opérant, par exemple, avec un appareil double vertical, nous supposons qu'on ait ajusté la vue A sur l'appareil du bas de la flamme, B sur celui du haut ; si l'on intervertit cet ordre, les deux vues ne pourront plus coïncider exactement.

Il est donc sage de numéroter à l'avance les appareils et d'inscrire les numéros correspondants sur les cadres des tableaux.

XIV

PROJECTIONS STÉRÉOSCOPIQUES

Avant de quitter les appareils doubles, il serait peut-être intéressant de dire un mot des projections stéréoscopiques.

Lorsqu'on projette, avec un appareil simple, une bonne photographie, on a jusqu'à un certain point le sentiment du relief. Les sujets à grandes perspectives, comme une colonnade, par exemple, en donnent l'illusion. C'est ce qui fait dire à beaucoup de personnes que les appareils à projections ordinaires donnent du relief aux objets, et cependant ils sont loin de le faire comme le stéréoscope.

En effet, pour voir stéréoscopiquement, il faut deux vues prises sous un angle différent. En outre, chaque œil doit les regarder ensuite dans des conditions déterminées. C'est ce que l'on réalise facilement avec le stéréoscope à vision directe. Là, les vues sont disposées dans le sens voulu et à un écartement tel, que les deux prismes dont est muni le stéréoscope en permettent la superposition.

Avec les projections, les conditions sont bien différentes. On opère sur des vues de 1, 2, 3 mètres

de haut. On peut bien arriver à les superposer à l'aide de deux prismes, que le spectateur place devant ses yeux, comme l'a si ingénieusement proposé M. Buguet; mais il faut des prismes d'un angle déterminé, et, de plus, on doit chercher, en se reculant plus ou moins, l'endroit d'où l'effet est le meilleur. On a aussi mis en avant d'autres méthodes; mais celle indiquée par d'Almeida est des plus faciles à réaliser.

Si on a à sa disposition deux appareils, disposés côte à côte, comme celui de la fig. 56, ou mieux encore deux appareils superposés (fig. 61), il suffit de se procurer un verre vert et un verre rouge que l'on place entre la photographie et la source lumineuse. On donne, en outre, aux spectateurs des lunettes munies de verres, ayant les mêmes teintes, ou simplement des morceaux de verre qu'ils tiennent devant leurs yeux.

Les verres rouge et vert ne doivent pas être trop foncés. Il faut les choisir de deux teintes aussi complémentaires que possible, c'est-à-dire qu'étant superposés ils doivent donner du blanc. Une feuille de papier ou un mur éclairé par le soleil doivent paraître aussi blancs que possible. Cette condition est assez difficile à réaliser complètement, mais on cherchera à s'en rapprocher autant qu'on le pourra.

On choisit deux épreuves stéréoscopiques convenables. L'une est placée dans l'un des appareils, l'autre dans le second. On projette les deux images en même temps en les faisant coïncider aussi

exactement que possible; mais il faut remarquer que la superposition ne saurait être complète, puisque les deux photographies ne sont pas identiques. Il en résulte sur l'écran un fouillis, qui, à première vue, semble ne rien devoir donner. Bien entendu, chaque vue a été mise exactement au point.

Maintenant, si l'on place derrière une des vues le verre rouge, — à la lanterne inférieure, par exemple, et le verre vert à la lanterne supérieure derrière l'autre vue, on obtiendra sur l'écran simultanément une vue rouge et une vue verte. On les superpose, et, si les deux verres de couleur ont été convenablement choisis, les teintes étant aussi complémentaires que possible, l'image apparaîtra en blanc plus ou moins teintée de celle des deux lumières colorées qui domine. En effet, il est à remarquer que les verres de couleurs différentes absorbent inégalement la lumière blanche. Il est donc très difficile d'obtenir une vue rouge et une vue verte ayant toutes deux la même valeur.

En manœuvrant les robinets des chalumeaux, de façon à atténuer celle des sources lumineuses qui est trop vive, on arrivera, sinon à la teinte blanche, tout au moins à un ton aussi approximatif que possible. Si alors on place devant l'œil gauche un verre rouge et devant l'œil droit un verre vert, l'effet stéréoscopique sera perçu, à condition toutefois que les vues soient placées chacune respectivement dans l'appareil qui lui convient.

Si le relief ne se montre pas d'une façon saisissante, il suffira de changer les vues des lanternes pour le voir apparaître immédiatement.

Après cette première expérience, qu'il est bon de faire au préalable une fois pour toutes, on marque les photographies afin d'éviter toute erreur à l'avenir.

Les vues doivent être placées dans les lanternes de façon à se présenter sur l'écran dans le même sens que dans la nature, c'est-à-dire de façon à être lues de gauche à droite, s'il y a des écritures sur la vue.

Pendant qu'on examine une vue, si l'on change de côté les lunettes, c'est-à-dire si le verre vert est amené devant l'œil gauche, et le rouge devant l'œil droit, au lieu de voir *stéréoscopiquement* en relief, c'est le contraire qui a lieu. On a l'effet *pseudoscopique*, et les objets apparaissent en creux. Il faut se rappeler que toutes les vues ne se prêtent pas également bien à cette expérience. Les vues à grande perspective, telle que la colonnade dont il a été question au commencement de ce chapitre, ne sont pas les meilleures. Ce sont, en effet, les vues à plans différents, disposés les uns derrière les autres de façon à se masquer en partie, qui réussissent le mieux.

XV

APPAREILS SOLAIRES

Dans les pays où l'on peut toujours compter sur le soleil, si la pièce où se font les projections est bien orientée, on emploiera cette source de lumière et on obtiendra ainsi des images, remarquables par leur grandeur et leur intensité.

La pièce dans laquelle on opère doit être rendue obscure au moyen de volets opaques, fermant les fenêtres de manière à intercepter complètement toute lumière extérieure.

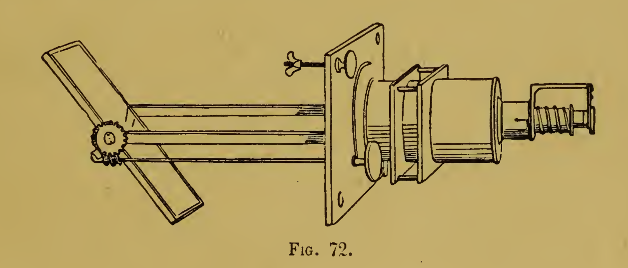


Fig. 72.

Dans le volet faisant face à l'écran, on pratique une ouverture assez grande pour laisser passer le miroir, ainsi que les tiges qui le supportent et qui permettent de le mouvoir (fig. 72).

Le miroir, mobile en tous sens, se manœuvre de l'intérieur à l'aide de deux boutons faisant saillie, que l'on tourne dans un sens ou dans l'autre, de façon à maintenir les rayons solaires constamment dans l'axe des lentilles.

Les tableaux se glissent dans le *porte-objet*, qui dépasse le corps de l'instrument et en avant duquel se trouve l'objectif qui projette l'image sur l'écran.

L'appareil peut être double pour produire les effets de polyorama.

Cet emploi du soleil est surtout utile quand on veut obtenir l'agrandissement des infiniment petits. L'appareil porte alors le nom de *microscope solaire*.

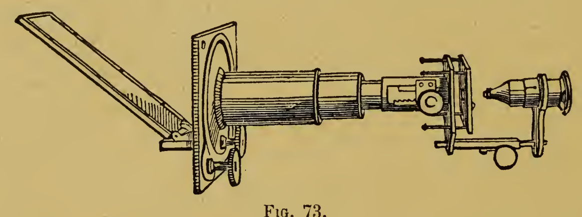


Fig. 73.

Dans ce dernier cas, comme on le voit dans la fig. 73, l'instrument employé est analogue au précédent. Sa construction diffère seulement un peu sous le rapport de la disposition des lentilles et du porte-objet, qui est reculé plus à droite. On peut, du reste, les combiner ensemble, de façon à ne faire des deux qu'un seul instrument qui, par un simple changement de pièces, peut servir dans un cas ou dans l'autre.

XVI

PROJECTION DES CORPS OPAQUES

Nous avons vu que, dans la lanterne magique, on emploie des tableaux transparents. La projection des objets opaques est moins ancienne, sans être cependant précisément nouvelle.

C'est sous la première république que le physicien Charles introduisit dans les cours, sous le nom de *mégascope*, un appareil destiné à projeter des corps non transparents. Il plaçait les objets au dehors de la chambre noire de manière qu'ils fussent éclairés par le soleil. Une lentille fixée dans le volet permettait de projeter l'image agrandie sur un écran.

Cette expérience fut reproduite en remplaçant le soleil par la lumière artificielle, et les effets mégascopiques furent tellement en honneur au commencement du siècle, que non seulement on montrait agrandis des bas-reliefs, des statues, médailles, gravures, etc. etc., mais aussi des personnes vivantes que l'on éclairait avec un plus ou moins grand nombre de quinquets.

Plus tard, on a projeté des photographies prises

sur papier, et le mégascope, éclairé par le soleil, a lui-même été utilisé pour obtenir la photographie de l'image agrandie des objets placés au foyer de la lentille.

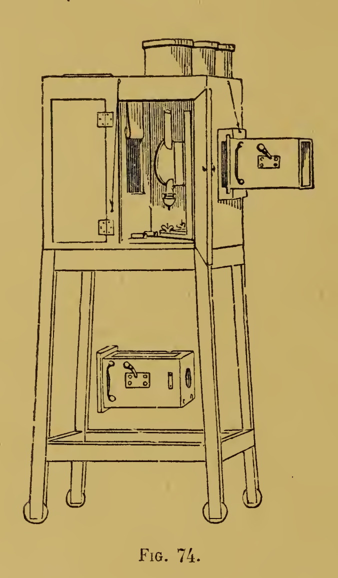


Fig. 74.

Malgré tous les perfectionnements apportés aux lentilles et l'emploi des éclairages puissants dont on dispose aujourd'hui, cet instrument laisse toujours à désirer, les objets opaques, surtout ceux de couleur sombre, réfléchissant trop peu de lumière pour pouvoir donner des images bien éclairées. Cependant on verra, par l'exemple que nous citons à la fin de ce chapitre, qu'il est possible, dans certains cas, de tirer parti du mégascope pour l'ensei-

gnement, mais à la condition d'employer un éclairage puissant et un appareil bien disposé. Ce genre de projection convient parfaitement aux gravures.

Nous parlons, bien entendu, du cas où il s'agit d'obtenir une projection assez grande et assez éclairée pour servir dans un amphithéâtre. Pour ceux des séances de famille, où l'on se contente d'une image petite et sombre, le mégascope à lampe ordinaire peut suffire.

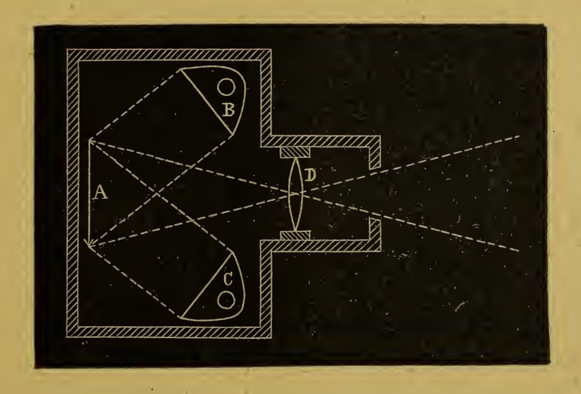


Fig. 75.

Il ne rentre pas dans notre cadre d'énumérer et de décrire ici les nombreux instruments de ce genre qui ont été construits en France et à l'étranger. Nous parlerons seulement du mégascope, tel qu'il se construisait déjà il y a une cinquantaine d'années. Depuis lors, on a modifié plus ou moins la forme extérieure de la boîte, mais le principe est resté le même.

Le mégascope, dans la fig. 74, est représenté monté sur un chariot, ce qui permet de le rapprocher ou de l'éloigner de l'écran de manière à produire, au besoin, des effets de fantasmagorie.

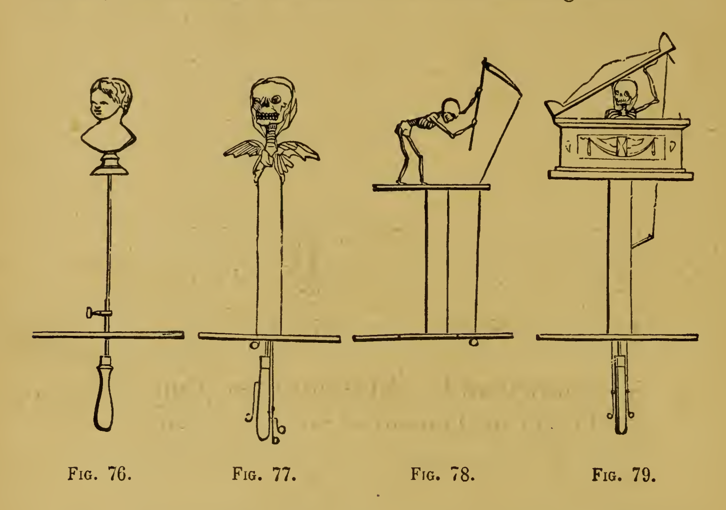


Fig. 76. Fig. 77. Fig. 78. Fig. 79.

Tel qu'il est représenté, l'instrument servait à deux fins, soit pour la projection des objets transparents, soit pour celle des objets opaques! C'est ce qui explique les trois cheminées que l'on remarque au-dessus de la boîte, ainsi que le porte-lentilles de rechange, qui est figuré entre les pieds du chariot.

La fig. 75 représente une coupe de l'appareil.

L'objet opaque A est placé dans la boîte, près du fond, lequel doit être peint en noir mat, ou plutôt garni d'une étoffe sans reflet, de velours noir, par exemple. B et C sont deux fortes lampes mu-

nies de réflecteurs en plaqué, concentrant le plus de lumière possible sur l'objet A. Ces lampes peuvent être remplacées par d'autres sources de lumière telles que la lumière oxyhydrique ou la lumière électrique.

En D, on voit la lentille qui sert à projeter l'image. Elle doit toujours être d'un diamètre un peu grand, par rapport à sa distance focale, afin de laisser passer le plus de lumière possible.

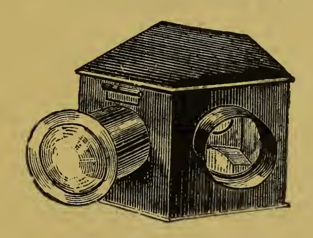


Fig. 80.

L'objet placé en A peut être une gravure, une photographie ou tout autre objet immobile. Ce peut être aussi une chose animée, un animal ou un mécanisme quelconque, à condition toutefois que l'un et l'autre ne soient pas d'une épaisseur trop considérable, car alors on ne pourrait mettre également au point les différents plans.

Parmi les sujets que l'on a imaginés, pour être montrés au mégascope, nous pouvons citer les suivants, qui sont représentés montés sur une planchette, munie de tiges servant à communiquer le mouvement aux figures :

Un buste tournant sur lui-même (fig. 76).

Tête de mort battant des ailes, avec mouvements des yeux et de la mâchoire (fig. 77).

Squelette creusant une fosse (fig. 78).

Squelette sortant de son tombeau (fig. 79).

Tous ces sujets, en cuivre mince découpé, doivent être peints en couleurs claires, non brillantes. Les manches, fils et tringles servant à la manœuvre sont, au contraire, peints en noir mat, afin de ne pas devenir visibles à la projection.

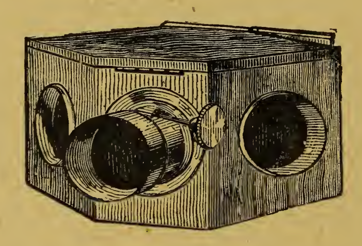


Fig. 81.

Nous donnons ces indications pour montrer ce qui peut être fait en ce genre, car on rencontre peu d'amateurs disposés à acheter ces objets qui sont assez coûteux.

Pour la projection des portraits-cartes photographiques, il n'est pas nécessaire d'avoir un appareil spécial. On se sert fort bien d'un petit mégascope connu dans le commerce sous le nom *d'aphengoscope*. Il se compose d'une boîte (fig. 80) de 10 centimètres de côté. Cette boîte se monte sur le devant de la première lanterne venue, dont on a ôté l'ob-

jectif. La lumière de l'appareil est concentrée sur la photographie par le condensateur, et l'objectif, placé sur un des côtés du petit mégascope, en projette l'image sur l'écran.

Afin d'éclairer plus fortement l'objet, on concentre dessus la lumière de deux appareils. L'aphengoscope prend alors la forme indiquée dans la fig. 81.

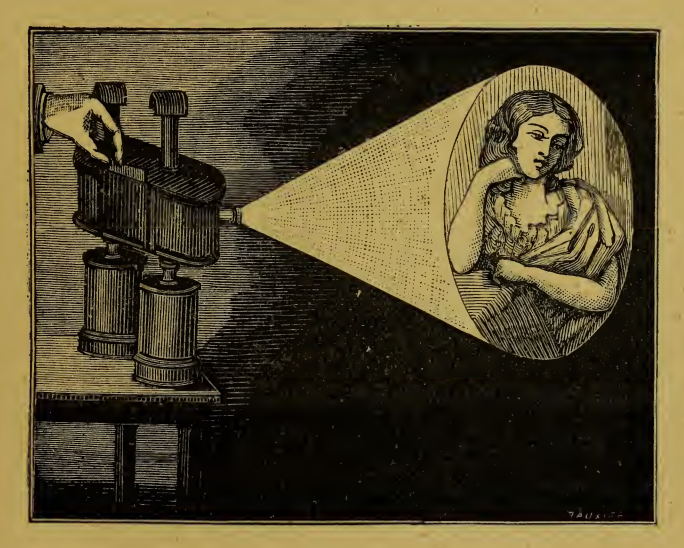


Fig. 82.

C'est avec un appareil de ce genre, et en concentrant sur les figures la lumière de deux chalumeaux, donnant ensemble une lumière équivalente à celle de 500 bougies, que nous avons projeté, dans les leçons de M. le

docteur Bouchut, les planches coloriées de son

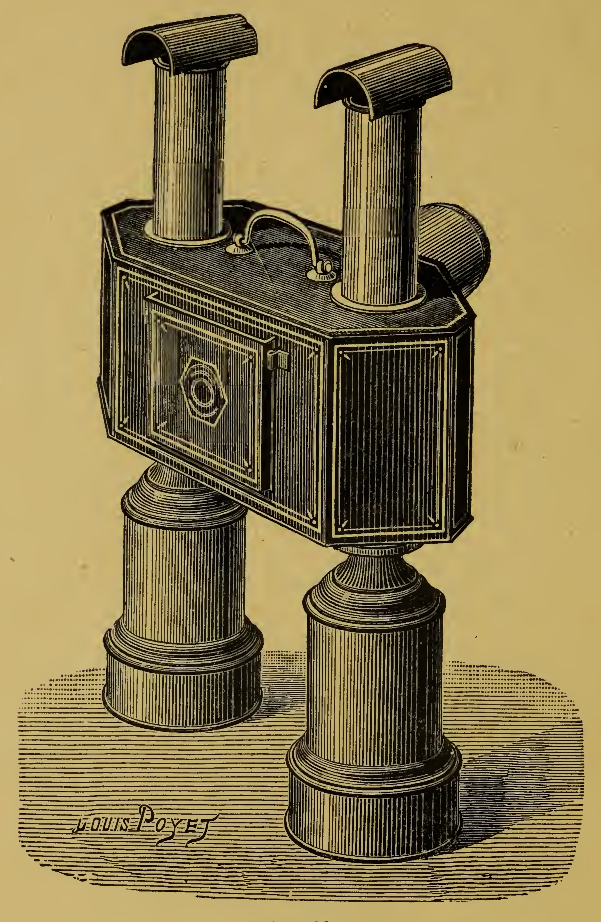


Fig. 83.

magnifique atlas d'ophtalmoscopie médicale et de cérébroscopie.

Depuis la première édition de nos *Instructions pratiques,* nous avons construit pour M. Lefebvre un appareil qu'il a fait breveter sous le nom de *bilampadaire*. Ce mégascope se pose sur deux lampes, à l'instar des lampascopes décrits précédemment, comme le représentent les figures 82 et 83. Il sert, dans les séances de famille, pour projeter les photographies sur papier ou les chromolithographies, qui se rencontrent aujourd'hui en si grande quantité.

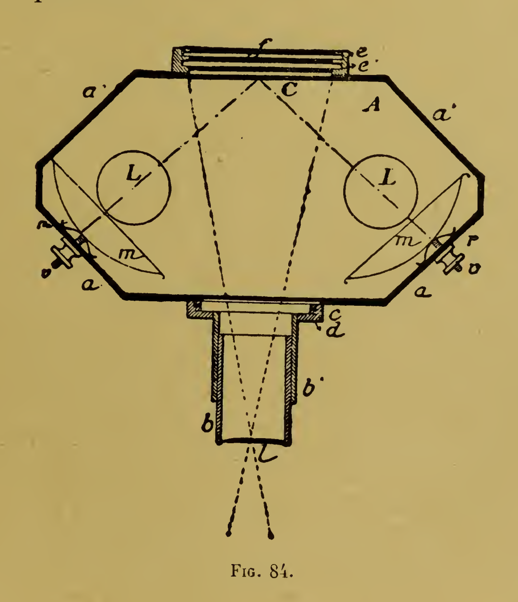


Fig. 84.

La figure 84 montre une coupe de l'appareil, disposé pour la projection des objets opaques.

Ce mégascope a ceci de particulier, qu'il peut

servir encore pour la projection des corps transparents, photographies ou peintures sur verre, utilisés dans les lanternes magiques ordinaires, et cela, sans déplacer les lampes. La figure 85 montre la disposition ingénieuse adoptée par M. Lefebvre pour atteindre ce résultat.

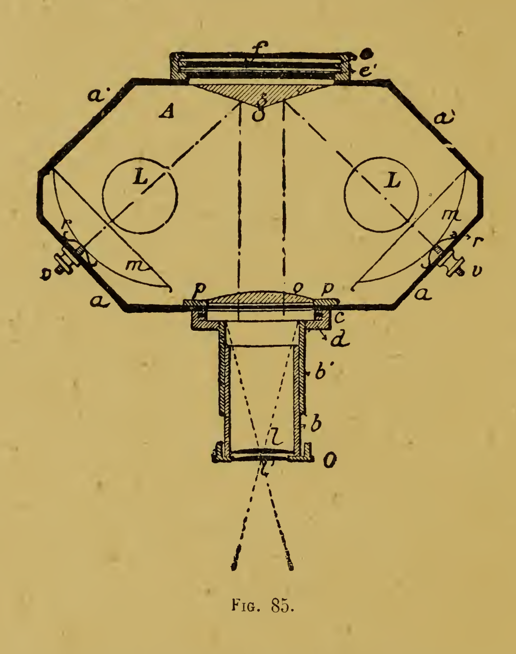


Fig. 85.

En *L*, *L* se trouvent les deux lampes, derrière lesquelles sont disposés les réflecteurs *m*, *m*, qui rejettent la lumière sur deux glaces placées sous un certain angle au fond de la boîte. Une fois réfléchis, les deux faisceaux lumineux se confondent en un seul, pour passer par le condensateur *pp*,

lequel concentre la lumière sur la peinture, absolument comme dans tout autre appareil de projection.

La coulisse *c* reçoit les tableaux dont l'image est projetée par la lentille *l*.

XVII

BOITE A LUMIÈRE POUR THÉATRE

Depuis quelques années, les théâtres ont adopté la lumière oxyhydrique pour les effets scéniques. On s'en sert pour éclairer les apothéoses, les apparitions ou un objet quelconque devant frapper les yeux du public.

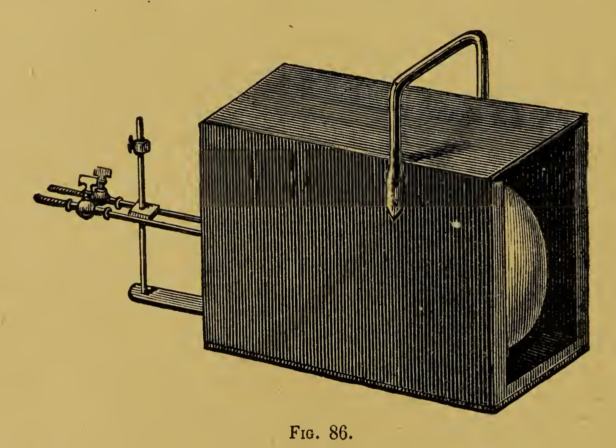


Fig. 86.

Bien que ces effets ne soient pas obtenus par une projection d'image, les appareils qui les produisent ayant quelque analogie avec ceux que

l'on emploie pour les projections, nous croyons devoir les mentionner.

L'appareil, appelé *boîte à lumière*, est représenté dans la fig. 86. Il se compose d'une simple boîte en métal, portant à l'une de ses extrémités une forte lentille, derrière laquelle est monté à coulisse un chalumeau pouvant recevoir le gaz d'éclairage et l'oxygène.

Suivant que le chalumeau est plus ou moins rapproché de la lentille, l'appareil projette un faisceau lumineux parallèle ou divergent, éclairant à distance un espace plus ou moins grand.

La manœuvre du chalumeau et le mode d'emploi des gaz sont les mêmes que pour les appareils de projection.

Quand on veut obtenir plus de lumière, on emploie le chalumeau à gaz combiné.

La boîte porte, en avant de la lentille, une rainure, dans laquelle on glisse, à volonté, des verres bleus, rouges, jaunes, verts, etc., pour colorer les faisceaux lumineux suivant les effets à produire.

Sur les grandes scènes, on emploie un plus ou moins grand nombre de ces boîtes, qui servent aussi dans les jardins pour éclairer des jets d'eau, des cascades, des statues, etc. Leur application peut s'étendre à l'infini.

Les boîtes à lumière servent également à éclairer les fontaines lumineuses.

XVIII

SPECTRES

Ayant parlé dans le chapitre précédent d'une application de la lumière oxyhydrique au théâtre, nous sommes amenés, avant de terminer ce qui a rapport aux appareils, à décrire la manière de les employer pour obtenir l'effet si curieux des spectres, que l'on a reproduit à différentes époques sur plusieurs scènes.

Dans la figure 87, que nous devons à M. Ganot, on trouve exposée d'une manière très claire l'une des dispositions que l'on suit généralement pour arriver à ce résultat.

Sous la scène se trouvent placés, de façon à être cachés aux yeux du public, l'appareil éclairant, disposé vis-à-vis de l'acteur chargé de représenter le fantôme, et cet acteur lui-même. On réfléchit l'acteur-fantôme sur une glace étamée, qui renvoie cette image, au travers d'une ouverture pratiquée dans le plancher de la scène, sur une autre glace, disposée à cet effet sur cette même scène. Cette seconde glace la réfléchit à son tour vers les spectateurs ; mais encore faut-il que cette glace ne soit

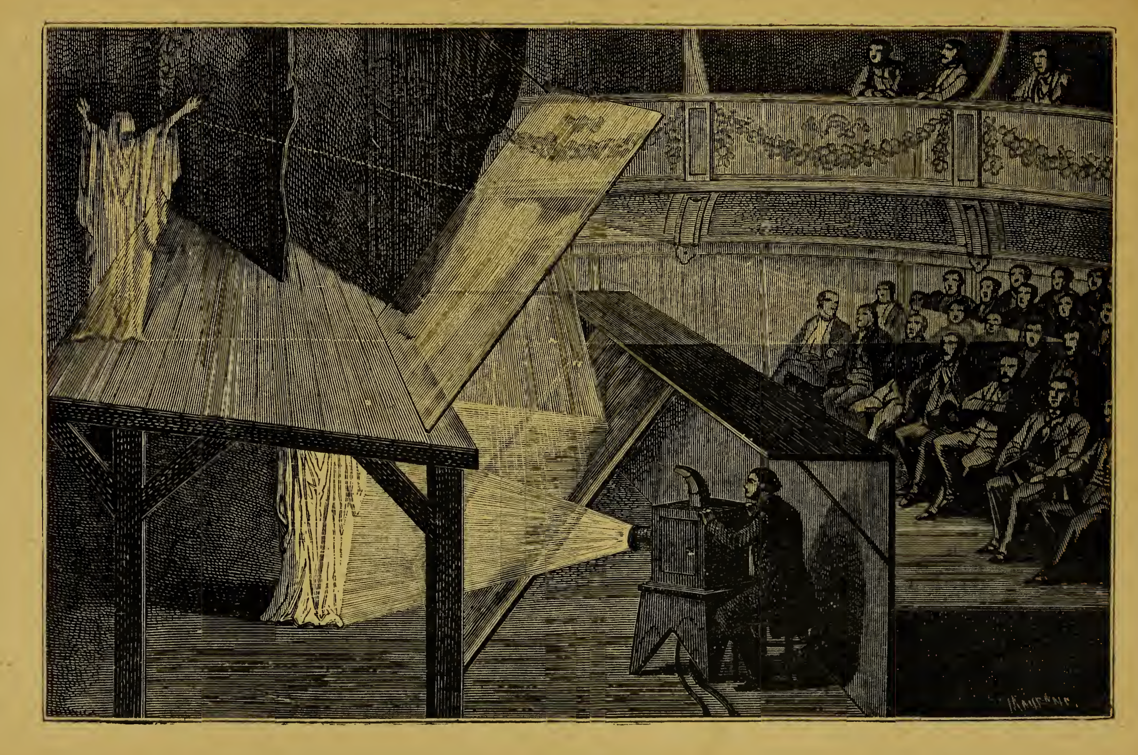


Fig. 87.

pas étamée, afin d'être transparente. Cette transparence permet de distinguer en même temps les autres objets qui se trouvent placés derrière, de manière que l'on puisse combiner des jeux de scène à l'infini. Bien entendu, on dissimule les bords de la glace transparente au milieu de décors et d'accessoires, tels que des simulacres de roches ou d'arbres. De cette façon, sa présence ne peut être soupçonnée du spectateur, qui croit voir alors dans le fond de la scène le fantôme lui-même.

Il est nécessaire que l'inclinaison des glaces soit réglée d'une certaine manière, déterminée d'après les dimensions et la configuration de la salle. Le point important, pour produire toute l'illusion voulue, est de dissimuler avec le plus grand soin la glace transparente et de faire en sorte qu'on ne voie rien de ce qui se passe sous le plancher. Il est sous-entendu que, pendant qu'on produit ces effets, la salle et la scène doivent être plongées dans une demi-obscurité, afin que l'image du fantôme se détache d'une façon plus lumineuse.

On ne se sert pas toujours de deux glaces pour obtenir ces effets sur certaines scènes. On peut supprimer la glace étamée. L'acteur est alors placé directement au-dessous de l'ouverture ménagée dans le plancher, et l'appareil éclairant est disposé précisément à l'endroit qu'occupe l'acteur dans la figure 87.

RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

SUR L'EMPLOI DES APPAREILS

I

DISPOSITION DE L'APPAREIL. — ÉCRAN

Quels que soient les modèles et la forme d'appareil simple que l'on choisisse : lanterne magique, appareil de projection proprement dit ou appareil à projection multiple, les règles suivantes, toujours les mêmes, doivent être observées pour leur installation :

1° Il faut bien essuyer les lentilles, avec une peau de chamois ou un chiffon doux, ne peluchant pas ;

2° Il faut essuyer également les tableaux ;

3° Par un temps froid, surtout s'il y a de l'humidité, il est bon de chauffer également à l'avance les lentilles et les tableaux, afin d'éviter les condensations de vapeur, qui, se produisant sur le verre, se traduiraient sur l'écran par une tache sombre, placée généralement au centre de la vue ;

4° Il y a lieu de disposer l'appareil sur une table ou sur un support spécial, assez élevé pour que le centre des lentilles se trouve à la même hauteur que le milieu de l'écran. Si cette condition ne peut être remplie, on inclinera l'appareil, mais dans une

mesure fort restreinte, car la vue se déforme de plus en plus, au fur et à mesure que l'inclinaison augmente;

5° On doit installer la source lumineuse au foyer des lentilles;

6° Il importe de régler l'éclairage à son maximum, ainsi qu'il a été dit.

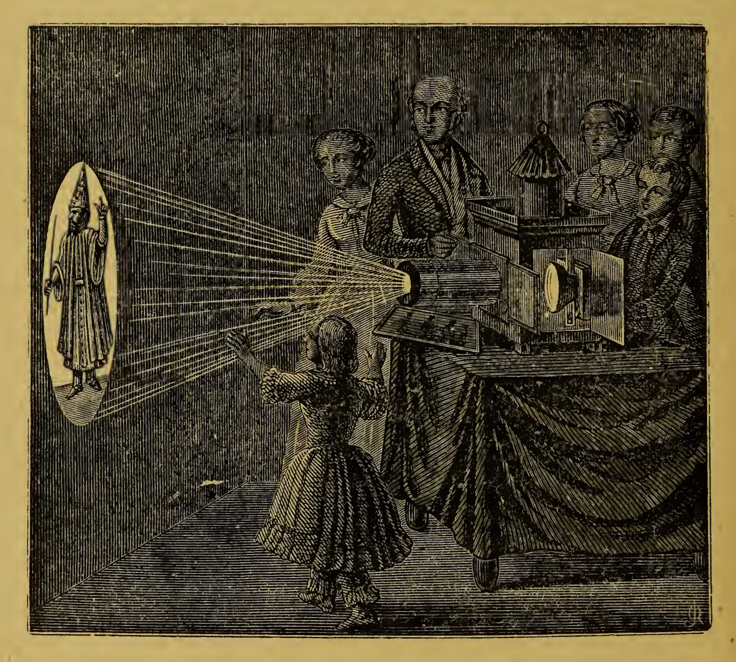


Fig. 88 (Extraite de la *Physique* de *Ganot*).

Occupons-nous maintenant de la disposition de l'écran.

Il y a deux manières de faire des projections : directement ou par transparence.

Dans le cas de l'emploi de la simple lanterne magique, la projection se fait directement, comme dans la fig. 88, sur la première surface blanche venue. Comme il ne s'agit, dans ce cas, que d'obtenir une image très réduite, on tend sur le mur

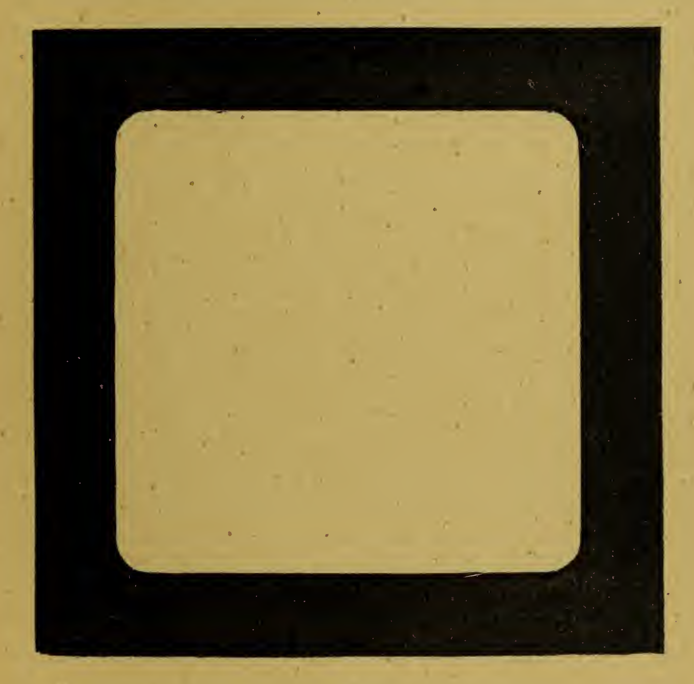


Fig. 89.

un drap ou une grande feuille de papier blanc. La lanterne, posée d'aplomb sur une table, est placée

bien en face de l'écran, à une distance de 1^{m},50 ou de 2 mètres.

Pour les petites représentations de famille, comme on ne fait pas d'installation spéciale de l'écran, le plus commode est de prendre un morceau de calicot de 1^{m},50 de côté. On le fixe sur deux bâtons ronds, ce qui permet, après la séance, de le rouler comme une carte de géographie et de le ranger facilement.

Dans une salle où on doit faire habituellement des projections, l'installation ne peut être aussi primitive. Si le mur qui fait face à l'appareil n'a pas d'autre destination, on peut l'utiliser comme écran. Pour cela, il faut que sa surface soit parfaitement unie, peinte en blanc mat. Lorsque, la place de l'appareil étant bien déterminée, on connaît la grandeur des images projetées, il est bon de peindre le mur en noir tout autour, de façon à encadrer et à faire ressortir les images avec plus de vivacité.

La fig. 89 montre l'encadrement à établir pour les vues de forme carrée, autant que cela est possible. Les autres murs et, si c'est réalisable, le plafond lui-même doivent être sombres, afin d'éviter tout reflet, ce qui est toujours nuisible.

Dans le cas où on ne pourrait employer le mur pour recevoir les projections, il faudrait avoir un écran monté, comme un store, sur un rouleau, afin de l'élever et de l'abaisser à volonté.

Cette disposition ne fonctionne bien que pour

des toiles ne dépassant pas 2^{m},50; mais, pour des écrans de 3, 4 et 5 mètres, le système du rouleau doit être modifié.

Au lieu que, comme dans le store, le rouleau se trouve en haut, la partie supérieure de l'étoffe doit être clouée sur une traverse, fixée elle-même à demeure au plafond. Le bas de la toile est adapté à un gros rouleau, terminé à chaque extrémité par une poulie assez large. Sur chacune de ces poulies s'enroule une corde qui remonte au plafond et passe sur d'autres poulies de renvoi, de façon à ramener les deux cordes côte à côte le long du mur de la pièce.

En tirant les deux cordes simultanément, on fait tourner le rouleau sur lui-même et on le remonte jusqu'au plafond, la toile s'enroulant pendant son ascension.

L'écran mobile, ainsi disposé, n'est pas fait pour montrer les images par transparence. Il peut donc être peint en blanc ou recouvert de papier collé, dans le cas où l'étoffe n'a pas, par elle-même, toute la blancheur nécessaire. Il est également bon de l'encadrer de noir comme il vient déjà d'être dit.

C'est la projection directe que l'on emploie dans les salles de cours ou de conférences, où l'effet à produire doit être plutôt scientifique que théâtral. Mais alors l'appareil se trouve placé au milieu de l'auditoire. Il fait, dans ce cas, en quelque sorte partie du bagage scientifique de l'enseignement, et cette disposition permet d'utiliser tout l'emplace-

ment disponible pour le public. Au contraire, lorsqu'on opère par transparence, l'espace réservé aux appareils et à l'expérimentateur ne peut être occupé par personne autre. La salle se trouve alors rétrécie d'autant.

Il faut observer que, lorsque l'espace le permet et qu'on a l'intention de produire une certaine illusion sur les spectateurs, il est opportun d'opérer par transparence. Comme nous l'avons dit, les effets fantasmagoriques ne peuvent pas se produire autrement.

La projection par transparence doit être également préférée pour le polyorama. La vue de l'appareil et de ses diverses manœuvres distrait le public ; on outre, cela lui enlève toute illusion puisqu'il est initié du même coup aux procédés employés pour produire un effet déterminé.

Pour opérer par transparence, l'appareil et l'écran doivent être disposés comme le représente la fig. 90.

L'écran est placé entre le public et l'appareil. On réserve pour ce dernier un espace de 4, 5, 6 ou 10 mètres, suivant la grandeur des vues que l'on veut obtenir. Il est donc de toute nécessité que la pièce ait une étendue suffisante ou que l'on puisse disposer de deux pièces contiguës communiquant par une grande baie, sur laquelle l'écran est tendu.

L'endroit qui convient le mieux pour opérer par transparence est une salle de théâtre, dont la scène est assez profonde. Là, en effet, le public est,

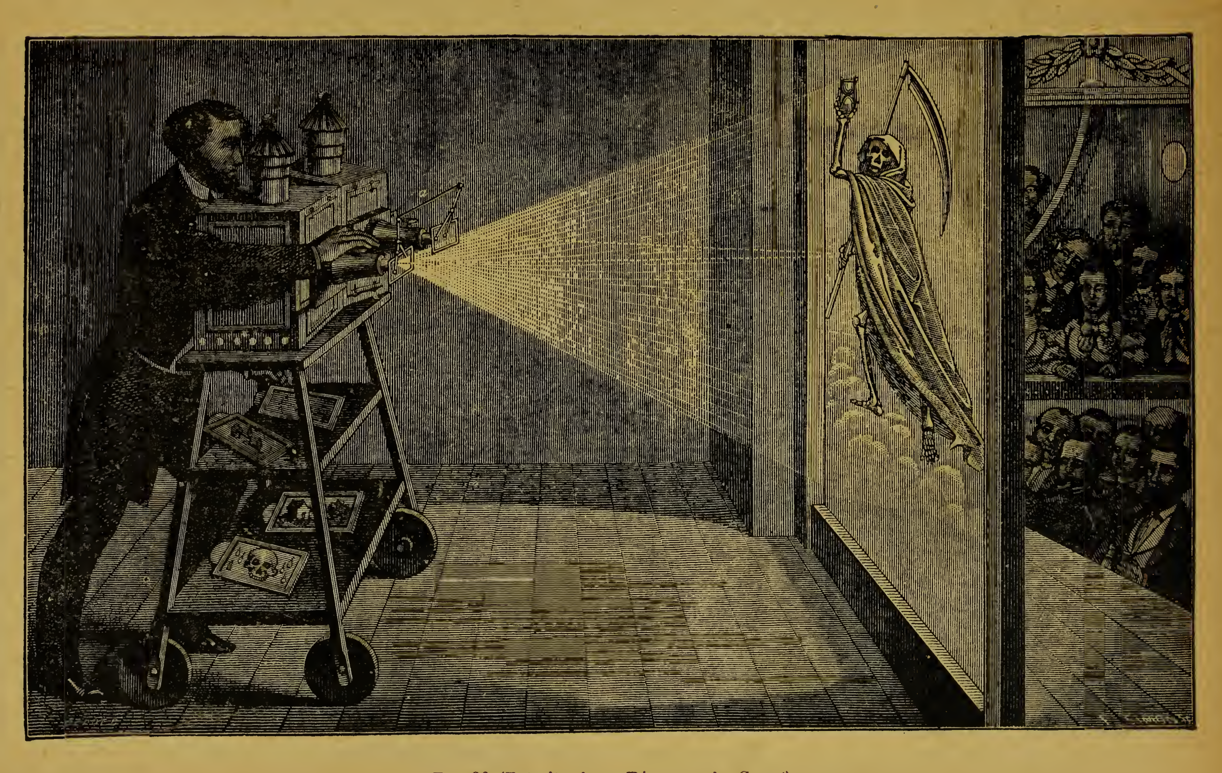


Fig. 90 (Extraite de la *Physique* de *Ganot*).

en général, placé par rapport à l'écran à la distance et à la hauteur voulues. De plus, l'agencement habituel de la scène d'un théâtre permet de l'encadrer facilement avec des décors, ce qui ajoute à l'effet produit. Le succès d'une séance de ce genre est d'autant plus grand, que l'opérateur sait mieux utiliser et installer les différents éléments dont il dispose.

Pour la confection de l'écran transparent, on emploie du calicot plus ou moins large. La plus grande largeur que l'on puisse obtenir sans couture est de 3 mètres. Au delà, il faut nécessairement réunir deux ou trois largeurs d'étoffe, dont les lisières sont assemblées par un surjet, afin de ne pas former de bourrelet. Malgré cette précaution, l'assemblage s'aperçoit toujours par transparence. Aussi doit-on choisir la disposition la moins défavorable et surtout ne pas employer des morceaux d'étoffe de différentes épaisseurs. Toutes les bandes doivent provenir de la même pièce.

On évitera, avant tout, de pratiquer une couture précisément au centre de la toile. Par exemple, si l'on se trouve avoir à installer un écran de 6 mètres, au lieu de prendre pour cela deux largeurs de 3 mètres, il sera préférable de le faire avec trois largeurs de 2 mètres, en disposant les coutures verticalement; sans cela, avec une disposition horizontale, on apercevrait toujours une couture dans la partie supérieure de la vue, là où se trouve le ciel.

Les largeurs d'étoffe étant assemblées, on renforce le bord de la toile, sur les quatre côtés, avec un ruban de fil cousu tout autour. On fait bien aussi de renforcer également les quatre encoignures avec des morceaux d'étoffe.

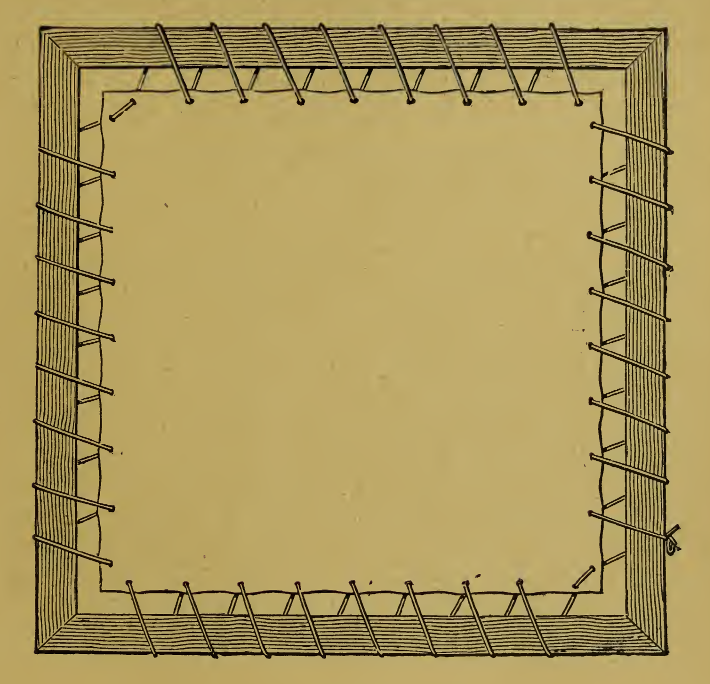


Fig. 91.

On pose ensuite tout autour des œillets métalliques, d'environ 5 millimètres de diamètre, espacés de 25 centimètres. Ceux des quatre coins doivent être beaucoup plus gros et avoir 15 millimètres.

Pour tendre la toile, on prend deux bâtons ronds, assez forts pour ne pas fléchir et dépassant la toile de 25 centimètres à droite et à gauche. A chaque extrémité, on fixe un fort piton.

Passant maintenant une corde dans les quatre œillets qui se trouvent aux quatre coins de la toile, on les attache, en les tendant assez fortement, aux pitons des bâtons; puis on relie la toile aux bâtons, sur toute sa largeur, à l'aide d'une corde plus petite passant alternativemant dans les œillets et autour du bois.

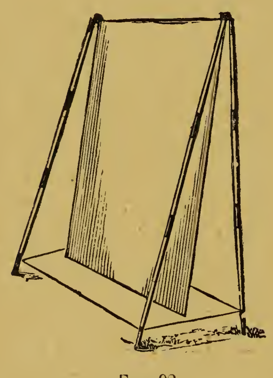


Fig. 92.

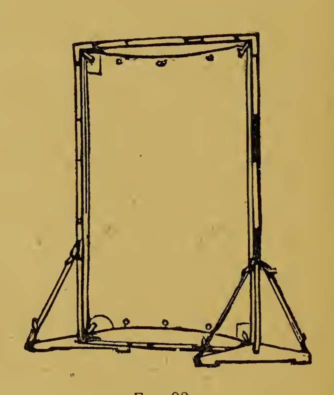


Fig. 93.

La toile se trouve ainsi bien tendue et d'une manière d'autant plus égale, qu'on a la ressource de pouvoir raidir à volonté les cordes d'un côté ou de l'autre et de faire disparaître les plis qui pourraient s'être formés. On n'a pas cette ressource lorsqu'elle est clouée à demeure.

L'avantage de pouvoir lacer ainsi la toile est de permettre de l'enlever, quand on veut, de dessus les bâtons, une fois la séance terminée, soit qu'on désire la faire blanchir, soit qu'on veuille la ranger.

Cependant, lorsqu'on a à se déplacer souvent, il est préférable d'employer un des supports représentés par les fig. 92 et 93. Ces supports sont plus légers, se démontent facilement en plusieurs morceaux qui peuvent être rangés rapidement dans une boîte disposée à cet effet (fig. 94).

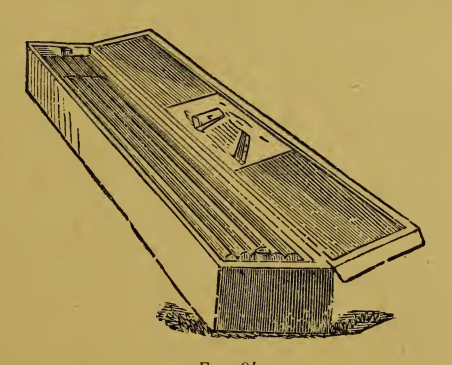


Fig. 94.

Si les projections se font toujours dans le même endroit, on peut installer la toile à poste fixe, sauf à la rouler, comme il a été dit plus haut, à propos des projections directes.

Les deux rouleaux indépendants, très commodes lorsqu'on doit démonter complètement la toile après la séance, ne sont pas cependant tout à fait suffisants pour la tendre d'une manière irrépro-

chable. L'installation sur un cadre, comme dans la fig. 91, est préférable. Seulement, il faut remarquer que le dessinateur a oublié d'y faire figurer les œillets des quatre coins, qui sont indispensables, puisque ce sont eux qui permettent de commencer la tension de la toile.

A l'aide des œillets et d'une petite corde faisant lacet tout autour, on tend la toile sur son cadre comme une étoffe sur un métier à broder. La toile une fois tendue, comme il vient d'être dit, on dispose d'une surface parfaite pour recevoir les projections.

Si l'on projetait l'image sur un écran fait avec du calicot, tel qu'on le trouve dans le commerce, non seulement l'écran ne serait pas assez transparent, mais on distinguerait, au travers des interstices du tissu, le point lumineux de l'appareil. Cela est toujours très nuisible sous le rapport de la perfection des images projetées, et, de plus, très fatigant pour les yeux des spectateurs.

Le moyen de remédier à cet inconvénient est très simple, puisqu'il suffit d'enduire l'écran de matières qui le rendent transparent; mais il ne faudrait pas, à cet égard, tomber dans un excès opposé, car une transparence excessive a le défaut de rendre sensible à l'œil la direction de l'appareil. La transparence doit être telle, que l'image projetée sur l'écran paraisse éclairée d'une manière uniforme sur toute sa surface.

La première fois que l'on projette des images par

transparence, on est généralement étonné de la différence d'intensité que présente l'image vue d'un côté ou de l'autre de l'écran.

En effet, si l'on projette une image sur une toile non préparée, on remarque que l'image est beaucoup plus intense sur le côté qui fait face à l'appareil que sur celui que regardent les spectateurs. Lorsque l'écran est trop transparent, c'est le contraire qui a lieu. Il y a donc un juste milieu à atteindre. Théoriquement, ce juste milieu est le moment précis où l'image se présente avec une même intensité sur les deux faces de l'écran. Cependant on peut dépasser un peu cette limite et donner un léger excès de transparence, de manière que ce soit du côté des spectateurs que la projection de l'image ait le plus d'intensité.

Il existe différentes manières de préparer le calicot pour lui donner la transparence nécessaire.

Si l'écran reste constamment tendu à demeure sur un cadre, on peut, à l'aide d'un large pinceau, l'enduire d'une couche de vernis copal. Lorsque, la première couche étant sèche, la transparence n'est pas jugée suffisante, on étend une autre couche sur l'autre face de la toile. Cette seconde couche suffit généralement, car, à la troisième, on obtient trop de transparence.

Le vernis copal bien blanc donne de bons résultats, mais il ne permet plus de rouler et encore moins de plier la toile.

Si l'écran doit être roulé, on peut l'enduire de

gélatine, que l'on a mise à tremper dans l'eau froide pendant quelques heures. On la fait ensuite fondre à une douce chaleur et on l'applique, encore chaude, au moyen d'un pinceau ou d'une éponge. Le seul avantage de la gélatine est de ne pas coller quand on roule la toile. Du reste, elle ne donne pas assez de transparence, et il est préférable d'enduire l'étoffe de cire en procédant de la manière suivante :

On fait dissoudre sur un feu doux, ou plutôt au bain-marie, dans 500 grammes d'essence de térébenthine distillée, environ 180 grammes de cire vierge et 50 grammes de blanc de baleine.

Cette dernière substance sert à obtenir plus de blancheur. Le tout une fois fondu, on l'applique à chaud avec un pinceau plat sur la toile, préalablement tendue avec soin sur un cadre.

Par un temps froid, comme la préparation se fige très vite, on réduit la dose de cire et l'on donne deux couches à la toile.

Sur la toile ainsi préparée, on obtient encore une image trop lumineuse, du côté faisant face à l'appareil. Pour achever de lui donner la transparence nécessaire, il faut promener devant toute la surface de la toile, et cela à une petite distance, un fer chaud, de manière à faire fondre la cire, qui pénètre alors le tissu et le rend translucide.

Ce mode de préparation donne de bons résultats; mais, à la longue, l'écran jaunit, et il n'est

pas facile de le débarrasser de l'ancienne substance pour qu'on puisse en étendre une nouvelle.

De toutes les manières de rendre l'écran transparent, la plus pratique, celle qui permet de le plier et de le faire nettoyer, lorsque c'est nécessaire, consiste simplement à le mouiller.

Si nous avons indiqué les autres moyens, c'est qu'il y a des cas où l'eau ne peut être employée, soit que l'on ne veuille pas s'astreindre chaque fois à un nouveau mouillage, soit que l'endroit où l'on opère ne le permette point. Du reste, c'est seulement pour les écrans de petites dimensions que l'on a recours à ces préparations.

Pour les toiles de 3 mètres et au dessus, le mouillage est préférable. On obtient ainsi une transparence satisfaisante, et la seule précaution à prendre est de bien laisser sécher l'étoffe avant de la plier.

La toile étant en place bien tendue, si l'on peut en atteindre la partie supérieure, on doit la mouiller avec un fort pinceau ou une grosse éponge.

Si elle est trop élevée pour que cette opération puisse être effectuée à la main, on fait usage d'une petite pompe de jardin. L'important est de mouiller la toile complètement, de façon que l'eau ruisselle à sa surface, car il ne suffit pas qu'elle soit seulement humectée. On ne peut procéder à cette opération que dans des endroits ne pouvant être abîmés par l'eau, car il s'en répand nécessairement.

Si la séance doit se prolonger et que l'on ait à

faire les projections dans une atmosphère chaude, la toile sèche assez rapidement. On se ménage donc une interruption au milieu de la séance, afin d'avoir la faculté de mouiller une seconde fois.

Si cela est impossible, on fait bien d'ajouter à l'eau, répandue sur la toile au début, 10 à 15 pour 100 de glycérine. Cette substance a pour effet d'augmenter la transparence et de conserver l'humidité de la toile pendant un temps beaucoup plus long; mais alors l'étoffe sèche difficilement.

En conseillant d'employer l'eau purement et simplement, nous supposons que la toile est neuve et qu'elle a encore conservé l'apprêt reçu en fabrique. Mais, lorsqu'elle a été souvent mouillée et, surtout, lorsqu'elle a été blanchie, l'apprêt qui bouchait les intervalles existant entre les fils de l'étoffe s'en est allé. L'eau seule ne suffirait pas à faire disparaître ces interstices. Il faut, dans ce cas, ajouter à l'eau de l'amidon et un peu de gomme arabique. On en enduit l'écran, qui fonctionne alors comme s'il était neuf.

Dans certains cas, pour des projections de petite dimension, on emploie une glace dépolie. On obtient alors beaucoup plus de finesse; mais, avant de faire dépolir une glace, qui coûte quelquefois un prix élevé, il faut essayer sur un carreau ordinaire quel est le degré de dépoli auquel on doit s'arrêter.

En atteignant un dépoli très fin, la transparence pourrait être trop grande, et le point lumineux de l'appareil se verrait au travers de ce verre dépoli,

comme nous l'avons expliqué plus haut. Il y a lieu d'éviter cela à tout prix (1).

En terminant ce chapitre, nous devons rappeler que, si l'on n'opère point par derrière l'écran, il est préférable d'employer, au lieu d'un écran transparent, l'écran le plus opaque possible, afin que l'image reste tout entière du côté du public. Un mur blanc est ce qu'il y a de mieux; si on projette sur une toile, il est bon de la recouvrir d'un enduit opaque très blanc, en la badigeonnant avec de l'eau contenant, par litre, 50 grammes de gomme arabique et 200 grammes de magnésie en poudre, que l'on peut, du reste, remplacer par du blanc d'Espagne ou du blanc de zinc. On peut encore employer simplement la peinture blanche à la colle dont se servent les peintres pour blanchir les plafonds.

(1) La glace dépolie ne donne de bons résultats que pour les personnes placées en face. De côté, on n'aperçoit plus l'image.

II

OUTILS ET ACCESSOIRES

Si l'on est appelé à faire souvent des projections, il est bon de rassembler dans une boîte certains petits outils dont l'absence pourrait embarrasser.



Fig. 95.

Il faut mentionner, en première ligne, une pince de gazier (fig. 95), qui sert à démonter les becs, à la place desquels on veut visser le robinet B (fig. 96).

Sur ce robinet se montent les pièces C ou D, destinées à recevoir le tuyau de caoutchouc. On emploie l'une ou l'autre, suivant que la direction à donner au tuyau est montante ou descendante. On peut aussi se servir d'une troisième pièce à angle droit, quand la direction à donner est horizontale.

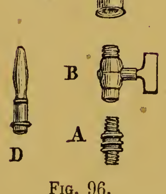


Fig. 96.

Le robinet B étant à pas de vis intérieur, il faut avoir sous la main un raccord A, pour le cas où le pas de vis, sur lequel il doit être fixé, ne serait pas en saillie.

Les tuyaux de caoutchouc que l'on trouve dans le commerce sont généralement disposés par longueurs de 10 mètres. Si l'on ne sait pas à l'avance à quelle distance on sera obligé d'aller chercher le gaz d'éclairage, il est prudent de se munir de plusieurs longueurs de caoutchouc et d'avoir avec soi des bouts de tube de cuivre pour les réunir. On aura soin qu'ils adhèrent un peu fortement à l'intérieur du caoutchouc, afin d'éviter toute fuite. Pour plus de précautions, on rend l'ajustement plus sûr en l'attachant, avec une ficelle serrée et nouée, sur chaque raccord.

La pose du tuyau de caoutchouc, qui doit relier la source de gaz à l'appareil, se fait très sommairement. On l'établit le long du mur sur des clous plantés de distance en distance. Mais, comme il serait exposé à s'aplatir, surtout dans les coudes, il est préférable d'avoir des supports-anneaux (fig. 97) pour le maintenir, quand il est disposé en ligne droite, et des supports arrondis (fig. 98), également en métal, pour les parties du tube que l'on voudrait faire changer de direction.



Fig. 97.

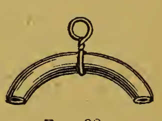


Fig. 98.

Si le sac d'oxygène peut se placer auprès de l'appareil, un simple tuyau de 2 ou 3 mètres est nécessaire. Toutefois, dans certaines circonstances, on est obligé de le reléguer un peu plus loin pour ne pas gêner le public.

On dispose alors le tuyau de caoutchouc avec les mêmes précautions que ci-dessus.

Parmi les objets à emporter, on doit mentionner également une ou deux *bifurcations* en métal (fig. 99), pour le cas où, le gaz n'arrivant pas en abondance suffisante, on serait obligé de le faire venir de deux endroits différents et de réunir les deux prises de gaz sur le tuyau amenant celui-ci à l'appareil. Dans d'autres circonstances, au contraire, les bifurcations peuvent servir à diriger le gaz, venant d'une même prise, sur deux appareils différents.



Fig. 99.

Enfin, il est encore quelquefois bon d'avoir à sa portée des outils usuels, tels que marteaux, tournevis, etc., avec des clous, des pitons, des vrilles, des poinçons, des pinces, etc. etc. On peut en avoir besoin et on évite ainsi d'être retardé dans l'installation de l'appareil.

Il est également utile de pouvoir se servir d'une petite sonnerie électrique ou pneumatique, pour le cas où l'appareil est éloigné. Sur une scène de théâtre, par exemple, l'opérateur, étant au fond derrière l'écran, entend difficilement le conférencier et ne ferait pas toujours paraître le tableau au moment voulu, si un signal quelconque ne l'avertissait pas.

Un timbre, placé à côté de l'appareil et relié électriquement ou pneumatiquement à la table du conférencier, est d'un usage très pratique dans ce cas.

Tout est à prévoir, lorsqu'on opère hors de chez soi. Il ne faut même pas oublier d'emporter des allumettes. Il est bon d'en avoir en permanence auprès de l'appareil, pour le cas où une extinction accidentelle viendrait à se produire.

DES TABLEAUX

I

PROCÉDÉS POUR CONFECTIONNER LES TABLEAUX

De tous les moyens de se procurer des tableaux sur verre pour projections, le plus parfait est sans contredit la photographie, dont il sera question dans un chapitre spécial.

Il existe d'autres moyens de préparer soi-même des tableaux pour projections; mais ils demandent plus ou moins de patience et une certaine habileté de main, surtout si l'on veut avoir des tableaux en couleur. Pour tracer de simples dessins au trait, on applique un morceau de verre transparent sur la figure à reproduire. On calque à l'aide d'un pinceau fin, chargé de couleur noire, ou bien au moyen d'une plume fine trempée dans de l'encre de Chine un peu épaisse. Pour que le trait se fixe facilement à la surface du verre, on doit auparavant le nettoyer parfaitement au blanc d'Espagne; puis on l'enduit d'une couche très légère d'un corps sur lequel l'encre de Chine prenne facilement, tel que la gomme, la gélatine ou le fiel de bœuf. Sur la couche ainsi préparée, la couleur s'appliquera plus facilement.

Certains peintres enduisent le verre d'une couche d'essence de térébenthine distillée, qu'ils coulent à la surface, et laissent sécher après avoir placé la plaque verticalement sur un égouttoir.

Au lieu d'employer du verre ordinaire, on peut, à l'aide d'un crayon dur, calquer sur du verre dépoli d'un grain très fin. Une fois le dessin terminé, on vernit la surface dépolie, qui devient transparente.

Pour l'enseignement, on a proposé bien des moyens permettant d'obtenir des dessins sur verre ou sur toute autre substance transparente.

Parmi ces moyens, nous en indiquerons deux qui sont assez pratiques :

On dessine à la pointe sur un morceau de gélatine, de la grandeur voulue. Les traits ainsi tracés se détachent en noir par projection. On peut, du reste, les remplir avec du noir en poudre que l'on passe sur la plaque, une fois le dessin terminé.

Un autre procédé consiste à enduire de noir de fumée une plaque de verre et à dessiner avec une aiguille qui enlève le noir là où elle passe. On obtient ainsi un dessin à traits blancs sur fond noir ; puis, à l'aide d'un pulvérisateur, on fixe le dessin, comme on le fait pour un fusain sur papier.

Si la gravure est de grandeur convenable et qu'on veuille la sacrifier, on peut la reporter sur le verre en procédant de la façon suivante.

Le verre étant bien propre, on coule à sa surface une couche de vernis à l'essence, qu'on laisse sé-

cher. Trempant la gravure dans de l'alcool, puis, la faisant sécher imparfaitement entre deux feuilles de papier buvard, on la pose tout humide sur la couche de vernis, contre laquelle on la presse bien en tous sens, de façon à chasser l'air, qui pourrait se trouver interposé entre le papier et le vernis, et à les appliquer l'un contre l'autre aussi intimement que possible. Le lendemain, on mouille le papier et on frotte avec le doigt. On l'enlève presque complètement, de manière qu'il n'en reste plus qu'une pellicule extrêmement mince, qu'il faut ménager, attendu qu'on abîmerait la gravure. Enfin, pour achever de donner au tableau la transparence voulue, on verse dessus une certaine quantité de vernis à l'esprit-de-vin ; on le répand sur toute la surface du papier, puis on égoutte avec soin.

Si l'on veut confectionner des tableaux en couleur ou colorier des tableaux déjà existants, des photographies, par exemple, il y a *trois* manières différentes de procéder.

1° Le procédé le plus simple consiste à peindre avec des couleurs à l'eau, comme on fait dans l'aquarelle. Seulement, pour leur donner de la transparence, il faut passer une couche de vernis blanc à l'esprit-de-vin par dessus, et, cette couche une fois sèche, on applique de nouvelles couleurs que l'on vernit comme précédemment.

2° Les personnes habituées à faire de la peinture à l'huile préféreront se servir du procédé suivant.

On prend des couleurs en tube, comme on en em-

ploie dans la peinture ordinaire. On les broie sur une glace aussi finement que possible avec une molette de verre, en ajoutant petit à petit du vernis copal. On peut alors les utiliser de suite ou bien préparer à l'avance les séries de couleurs nécessaires, qui, une fois délayées avec le vernis, sont renfermées dans de petites bouteilles. On les y laisse longuement reposer pour les employer ultérieurement comme couleurs transparentes, en ne se servant que de la partie supérieure de la couleur renfermée dans le flacon. Avant de broyer les couleurs avec le vernis, si elles sont un peu grasses quand on les retire de leurs tubes respectifs, on les dépose sur du papier buvard, destiné à absorber l'huile. La couleur ainsi dégraissée se mélange mieux avec le vernis.

3° Voici une autre recette que nous relevons dans un numéro du journal *la Nature* et qui nous paraît d'un emploi facile.

On dessine le trait sur verre avec du noir d'écrivain lithographe, frotté à sec dans un godet, puis délayé avec de l'essence et quelques gouttes de vernis copal. Quand le trait est sec, on emploie pour peindre des couleurs à l'aquarelle (en tablette) délayées avec le liquide suivant :

Eau 20 parties, gomme 4, sucre 2, et une ou deux gouttes d'acide phénique pour empêcher la moisissure. On vernit avec de la gomme laque dissoute dans de l'alcool (gomme laque blanche 8 grammes; alcool à 95 degrés 100 centimètres cubes).

Ce vernis s'emploie en chauffant légèrement le verre. Il n'est pas même nécessaire de vernir si l'on recouvre sa peinture d'un second verre.

Il ne faut se servir que de couleurs transparentes, qui sont : le bleu de Berlin, le carmin de cochenille, le carmin de garance, la laque jaune, le vert végétal, la terre de Sienne brûlée.

Pour les noirs, on fait usage de l'encre de Chine ou de l'encre d'écrivain, ou encore du noir de fumée délayé dans le vernis à tableaux.

On peut enfin utiliser les vernis de couleur, que l'on trouve tout préparés dans le commerce ; mais leur emploi, vu leur grande fluidité et leur évaporation rapide, présente quelques difficultés.

Tels sont les procédés employés par les peintres qui produisent habituellement ce genre de tableaux. On peut suivre exclusivement l'une ou l'autre de ces méthodes ou s'en servir concurremment. Mais il ne faut pas se dissimuler que, dans la pratique, on rencontre une foule de petites difficultés dont on ne triomphe qu'à force de patience et de temps. Une grande expérience peut seule, dans les travaux de ce genre, permettre d'éviter les écueils que l'on rencontre au début.

Quelle que soit la méthode suivie, il est une chose qu'il faut éviter par tous les moyens possibles, c'est la poussière, qui peut tomber sur la peinture encore fraîche et y laisser des dépôts imperceptibles, qui, une fois agrandis, font très mauvais effet sur l'écran. Il y a donc lieu de s'assurer que

la plus exquise propreté règne dans la pièce où l'on travaille.

On évitera les tentures inutiles et on supprimera tout ce dont il peut se détacher des peluches voltigeant dans l'air. Les vêtements surtout sont souvent cause de bien des insuccès.

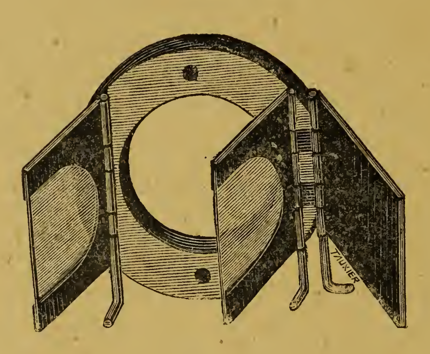


Fig. 100.

Avant de terminer le chapitre relatif à la coloration des tableaux, nous mentionnerons le petit appareil (fig. 100), qui se place en avant de l'objectif et qui sert, à l'aide de plaques de gélatine de différentes couleurs, à teinter les vues projetées sur l'écran et à en changer la coloration à volonté.

II

COLLECTIONS DE TABLEAUX

Les collections de tableaux, employées pour les projections, sont de différentes sortes. Les unes sont d'ordre purement récréatif; d'autres, d'ordre scientifique ; d'autres encore tiennent le milieu entre ces deux catégories.



Fig. 101.



Fig. 102.

Sans donner ici la liste complète de tous les tableaux qui se font dans ce genre de différents côtés, nous pouvons citer les principaux types.

En première ligne, viennent les bandes peintes, qui accompagnent les lanternes magiques ordinaires. Ces peintures, assez communes, sont faites sur fond blanc ou sur fond noir comme celles que représentent les fig. 101, 102, 103, 104, 105.



Fig. 103.

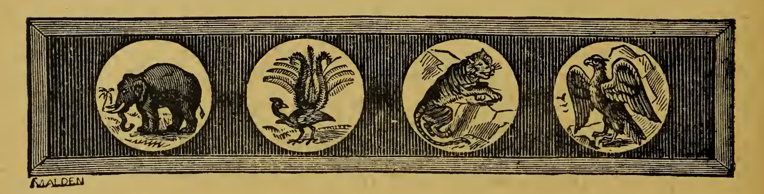


Fig. 104.



Fig. 105.

Le fond noir a l'avantage de faire mieux ressortir les couleurs, qui, sans cela, pâlissent toujours, lorsque le fond est formé par l'écran blanc en

pleine lumière. Ces collections de bandes sont très nombreuses. On en trouve de toutes les tailles, reproduisant des scènes de contes de fées, des historiettes et des fables à l'usage des enfants. On trouve encore quelques sujets ayant une tendance plus sérieuse. Les titres de quelques-unes de ces séries donneront une idée de ce qui existe en ce genre dans le commerce.



Fig. 106.

Le Chat botté.	Oiseau bleu.
Cendrillon (fig. 106).	Gulliver.
Petit Poucet.	Au clair de la lune.
Rondes de jeunes filles.	Malborough.
Geneviève de Brabant.	Don Quichotte.
L'Enfant prodigue.	Guillaume Tell.
Peau d'Ane.	Cris de Paris.



Fig. 107.



Fig. 108.

Barbe-Bleue.
Cadet-Roussel.
Belle au bois dormant.
Riquet à la Houppe.
La Belle et la Bête.
Chaperon rouge.
Chatte blanche.
Le roi Dagobert.
Histoire de France.
Histoire sainte (fig. 107).
Nouv. Testament (fig. 108).
Robinson (fig. 109).
Fables de La Fontaine.
Astronomie (fig. 110).



Fig. 109.



Fig. 110.

La fig. 111 représente un genre de peinture plus soigné. Chaque sujet est monté dans un cadre spécial.



Fig. 111.

Lorsque, les enfants étant blasés sur les tableaux précédents, on cherche quelque chose de mieux, on arrive aux tableaux mouvants, dont les effets surprenants excitent la gaieté des enfants, petits et grands. En voici quelques spécimens.

Turc portant sa tête à bras tendus (fig. 112, 113).





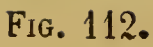


Fig. 112. Fig. 113.

Arlequin gourmand s'apprêtant à goûter au contenu de la marmite. Un monstre en sort et Arlequin est dévoré (fig. 114).



Fig. 114.

Singe plongeant un chat dans l'eau (fig. 115 et 116).



Fig. 115.



Fig. 116.

Magicien changeant plusieurs fois de tête (fig. 117).



Fig. 117.

Ces différents changements sont obtenus très simplement en déplaçant une seconde bande de verre, sur laquelle est peint le changement à ap-

porter au sujet principal, qui se trouve sur le verre fixe. Ce second dessin vient se superposer sur le premier de manière à le masquer.

Entre autres tableaux de ce genre, nous citerons les suivants, qui produisent les meilleurs effets :

Chinois jonglant avec sa tête.

Madame Polichinelle dont le nez s'allonge.

Correction maternelle : jeune garçon recevant le fouet.

Parapluie sautant au nez de son propriétaire.

Pierrot tombant dans la marmite.

Baigneur avalé par un crocodile.

Pigeons s'envolant du pâté.

Singe enlevant le bonnet de sa maîtresse.

Coup de vent décoiffant une dame.

Boudin sautant au nez du paysan.

Enfant voulant dénicher des oiseaux ; la mère lui saute au nez.

Squelette sortant de son tombeau.

Gibier se moquant d'un chasseur endormi.

Pêcheur envoyé dans l'eau par un bœuf.

Cuisinier changeant de tête avec celle d'un veau.

Chat guettant un oiseau.

Meunier changeant de tête avec son âne.

Lutteurs.

Clown.

La tartine de Pierrot mangée par le diable.

Polichinelle apercevant Arlequin dans une bouteille.

Parmi les sujets amusants, on en trouve dont le mécanisme est plus compliqué et dont le prix, par conséquent, s'élève d'autant.

Dans le nombre, nous remarquons les suivants :

Aquarium avec poissons passant dans les deux sens.

Ruche, avec abeilles voltigeant autour.

Chien à la pipe.

Singe dansant pendant que le maître joue du violon.

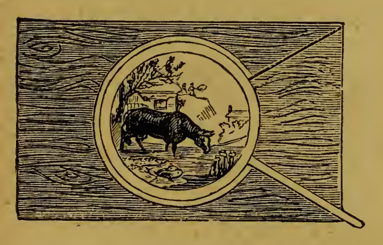
Auriol sautant en trois temps par-dessus une chaise.

Deux toréadors attaquant un taureau.

Petite fille sautant à la corde et se retournant.

Chanteurs ambulants avec mouvements de la mâchoire et du bras tenant l'archet.

Les fig. 118 et 119 représentent une vache à l'abreuvoir.



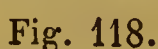


Fig. 118.

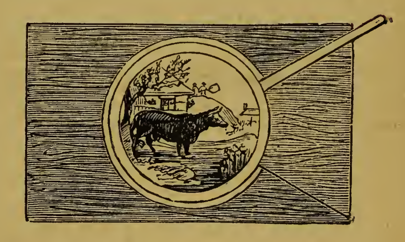


Fig. 119.

On anime également parfois les paysages.

Le moulin (fig. 120) est un de ceux qui sont le plus connus.

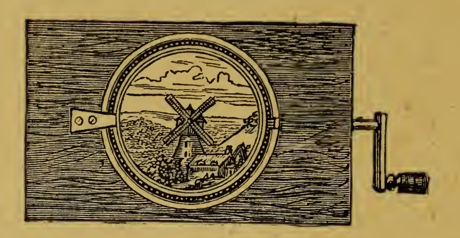


Fig. 120.



Fig. 121. — Caravane passant au pied du Sphinx.

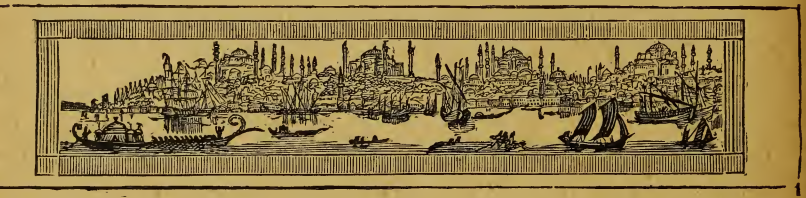


Fig. 122. — Panorama de Constantinople avec barques et navires passant au premier plan.

Il y a aussi des fontaines avec effet d'eau jaillissante, des cascades à simple ou à double chute, des incendies avec mouvement de flammes, des intérieurs d'églises ou de cloîtres avec processions, des

paysages avec bateaux, voitures, chemin de fer, etc. etc. Comme nous l'avons vu, c'est généralement à l'aide de l'appareil polyoramique que la vie et le mouvement sont communiqués aux tableaux. Comme exemple, nous avons déjà cité la vue du Vésuve (fig. 123). L'éruption est produite à l'aide de deux tableaux dont les projections sont supperposées sur l'écran. D'autres vues sont accompagnées de deux, trois ou quatre effets accessoires.

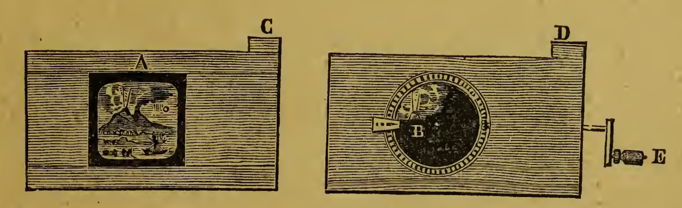


Fig. 123.

Un moulin à eau, par exemple, est vu en été avec mouvement de la roue qui tourne. Un cygne arrive au premier plan et plonge sa tête dans l'eau pour boire; puis le tableau s'assombrit, des rayons lumineux apparaissent à la fenêtre d'un moulin, la lune se lève, et on aperçoit son reflet scintillant sur l'eau. Le jour revient, la neige se met à tomber, et le tableau représente, en dernier lieu, une vue d'hiver couverte de neige.

Une autre série très intéressante est celle du *navire en partance*. Le navire est vu à l'ancre; une barque l'accoste pour amener les derniers passagers; la

lune se lève et brille sur la mer, pendant que la cheminée du steamer vomit de la fumée, qui s'élève en spirales, imitant parfaitement la réalité.

Citons encore, dans ce genre, le *cimetière vu de nuit*, avec apparitions de lumière et de squelettes soulevant la pierre de leurs tombeaux.

Comme on le comprend sans peine, ce genre de tableaux peut s'étendre à l'infini, et, à moins de reproduire ici plusieurs de nos catalogues de vues, nous ne pouvons les énumérer tous.

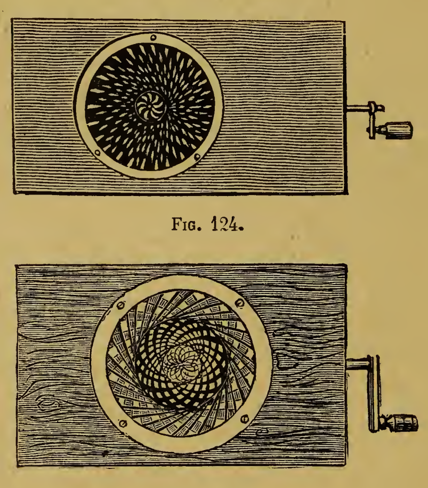


Fig. 124.

Fig. 125.

Parmi les tableaux mouvementés qui terminent les séances, les *chromatropes ou rosaces lumineuses* (fig. 124 et 125) excitent au plus haut degré l'étonnement du public. Ces effets de couleurs, dont le dessin varie à chaque instant, semblent rentrer

sur eux-mêmes pour ensuite jaillir en avant. Ils sont produits simplement par deux disques peints, tournant en sens opposé sous l'action d'un pignon mû par la manivelle que l'on aperçoit à droite des figures 124 et 125.

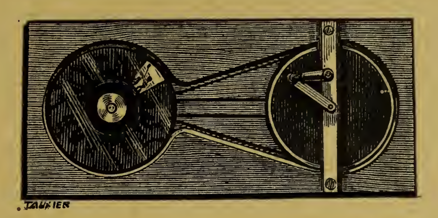


Fig. 126.

La figure 126 représente un tableau permettant de montrer par projection les effets du *phénakisticope*. Ces effets résultent de la rotation en sens contraire de deux disques, animés de vitesses différentes. L'un, celui en verre, qui tourne le moins vite, porte les images des positions successives de l'objet à animer. L'autre disque, en métal, muni d'une fente, tourne treize fois plus vite que le disque en verre.

Comme ce dernier porte treize images correspondant à treize positions différentes de l'objet, il en résulte qu'à chaque tour du disque percé l'image suivante a remplacé sur l'écran celle qui la précède. L'œil aperçoit donc successivement dans un espace de temps relativement court, sous treize aspects différents, l'objet peint sur le disque de verre, ce qui produit l'illusion du mouvement.

III

DE L'EMPLOI DES PHOTOGRAPHIES

Ce sont surtout les vues photographiées qui nous offrent la mine la plus riche où nous puissions puiser pour former une série de tableaux incomparables pour les projections. Aujourd'hui que des voyages nombreux ont augmenté les diverses collections, l'amateur a à sa disposition des milliers de vues, entre lesquelles il n'a que l'embarras du choix. Quel charme pour le touriste de revoir sur l'écran les endroits qu'il a visités dans le cours de ses voyages et de pouvoir parcourir de nouveau sans fatigue les lieux, souvent lointains, que les circonstances ne lui permettront plus de revoir autrement! Quel plaisir aussi de raconter à d'autres ce que l'on a vu, d'indiquer où l'on a été, en accompagnant le récit de la vue même des localités dont on parle.

Pour l'enseignement de la géographie, ces photographies sont un des plus utiles auxiliaires que puisse trouver le professeur. Comme nous l'avons dit au commencement de ce travail, de quel précieux secours elles sont pour graver dans la mémoire des auditeurs les données générales de la

science sur la flore, la faune, les monuments, les mœurs, les races des divers pays, que l'on a à étudier et qu'il importe de connaître à fond aujourd'hui plus que jamais !

Ces vues s'obtiennent maintenant à prix réduit. Le catalogue en est envoyé *franco* aux personnes qui nous en font la demande.

IV

TABLEAUX POUR L'ENSEIGNEMENT

Il existe des tableaux de projection pour presque toutes les branches de l'enseignement. Les uns sont munis de mécanismes qui servent à les animer, comme les tableaux d'astronomie, par exemple, dont la description se trouve à part à la fin de ce volume. D'autres enfin sont photographiés d'après des gravures d'ouvrages connus. La liste des titres des principales séries donnera un aperçu de ce que l'on peut se procurer :

Tableaux d'astronomie à mouvement ou fixes.

Planètes ou monde planétaire. La terre et le soleil. Lune. Soleil. Éclipses. Nébuleuses. Comètes. Étoiles simples et étoiles multiples. Instruments d'observation.

Physique. — Hydrostatique. Gaz. Acoustique. Chaleur. Lumière. Magnétisme. Electricité. Météorologie.

Mécanique.

Géographie et voyages. — Amérique. Afrique.

Asie. Océanie. Pôle Nord. Afrique centrale. (Vues et cartes.)

Ancien et Nouveau Testament. — Histoire sainte.

Histoire de France. — Vercingétorix. Attila. Charlemagne. Faits principaux jusqu'à la révolution de 1789.

Histoire naturelle et histoire du globe. — Zoologie. Anthropologie. Géologie. Minéralogie. Paléontologie. Accidents du sol. Phénomènes et curiosités de la nature.

Industrie et applications scientifiques diverses. — Chemins de fer, ballons, télégraphie marine.

Portraits. Sujets historiques. Sujets de genre.

Chimie.

Collections d'anatomie du docteur Fort.

Collections de la Société de géographie de Paris.

(*Consulter les catalogues spéciaux de ces tableaux.*)

V

EXPÉRIENCES DIVERSES DE PROJECTION

Les appareils de projection servent non seulement à projeter des tableaux peints ou des photographies sur verre, mais on les utilise encore dans les cours pour montrer en grand, sur l'écran, certaines expériences que l'auditoire ne pourrait pas voir autrement, à cause de la petitesse des phénomènes ou des appareils employés.

Décrire toutes les expériences que l'on peut ainsi projeter nous entraînerait au-delà des limites que nous nous sommes tracées.

Appelons cependant l'attention sur l'appareil que nous avons construit pour recomposer la lumière, sur les indications de M. l'abbé Lavaud de Lestrade.

Sur un miroir A (fig. 127), auquel on peut communiquer à volonté un mouvement de rotation ou un mouvement d'oscillation, on reçoit un spectre solaire ou le spectre provenant d'un appareil de projection. Tant que le miroir reste immobile, le spectre se trouve réfléchi sur l'écran, sur lequel on distingue les couleurs primitives. Pour opérer la

recomposition de la lumière, il suffit de remettre le miroir en mouvement. Les couleurs du spectre, se superposant rapidement à chaque oscillation du miroir, se confondent, et la traînée lumineuse qui en résulte est complètement blanche. L'expérience réussit très bien avec la lumière solaire, ainsi qu'avec la lumière électrique ; mais la lumière oxyhydrique donne un effet un peu faible.

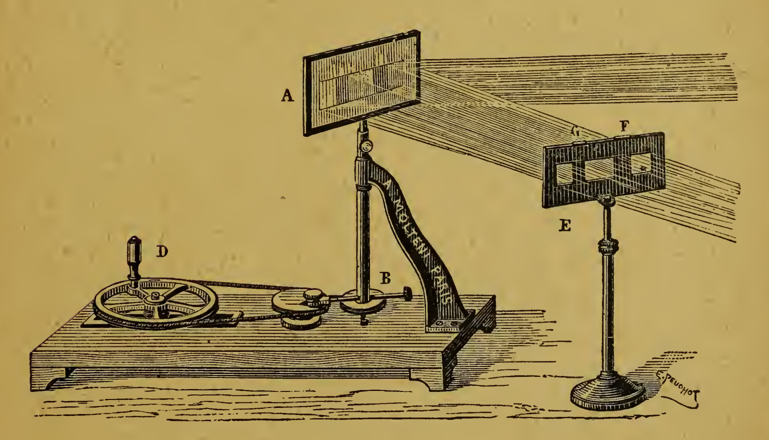


Fig. 127.

En avant de l'appareil, on remarque une plaque E, portant une fente rectangulaire, par laquelle on fait passer le spectre avant qu'il ne se réfléchisse sur le miroir. On peut, à l'aide de petits écrans mobiles, tel que G et F, intercepter certaines parties du spectre, de façon à ne laisser passer que celles dont on veut étudier la combinaison. Le miroir étant mis en mouvement, on obtient une

coloration, donnée par l'ensemble des couleurs qui n'ont pas été arrêtées au passage. En variant le nombre, la disposition et la dimension des petits écrans mobiles, on peut étudier les diverses teintes qui résultent des combinaisons variées des différentes couleurs du spectre les unes avec les autres.

VI

AGRANDISSEMENTS A LA LUMIÈRE ARTIFICIELLE

Appareils

Comme appareils d'agrandissement, on emploie souvent les lanternes américaines à mèches multiples ou d'autres du même genre ; mais ces appareils, bons pour des projections pittoresques de 1^m,50 à 2 mètres de haut, ne répondent plus au but qu'on se propose lorsqu'il s'agit de faire des agrandissements. Ils laissent échapper la lumière de différents côtés, ce qui n'en permet l'emploi qu'avec une chambre noire à soufflet plus ou moins long. La lampe à plusieurs mèches n'éclaire pas assez uniformément ; enfin le foyer de l'objectif ne peut varier que dans des limites restreintes.

L'appareil de la fig. 128 ne présente pas ces inconvénients. Il ne laisse échapper aucune lumière. La lampe à mèche ronde donne une flamme cylindrique très homogène et de faible dimension, ce qui est à considérer dans les agrandissements, car, plus la source lumineuse est petite, et plus on a de la netteté.

On peut adapter à l'appareil le premier objectif venu, comme sur une chambre noire de photographie, et en changer suivant les travaux que l'on exécute. Le long tirage du soufflet permet d'employer des foyers très différents.

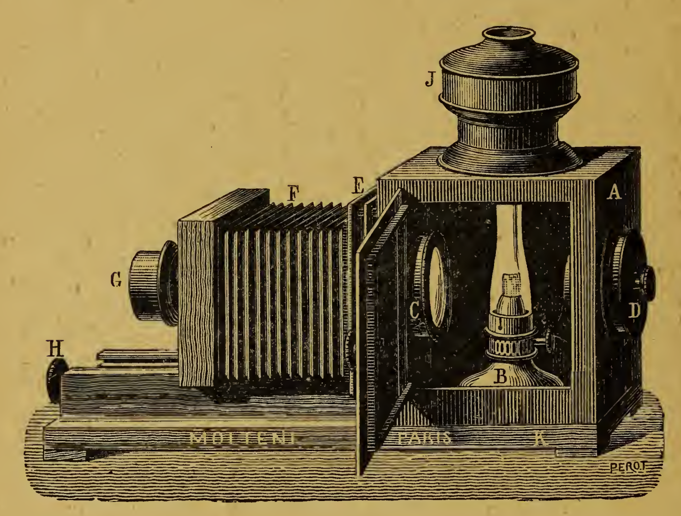


Fig. 128.

Ces appareils sont munis de planchettes mobiles comme les chambres noires de photographie, afin de pouvoir changer rapidement d'objectif; mais il serait préférable de les munir de l'*adapteur universel* (fig. 129, 130, 131), recommandé par le Congrès de 1889, et qui permet, avec une série de rondelles de rechange, de pouvoir essayer immédiatement des objectifs de diamètre divers.

Il a été expliqué dans le chapitre III que les

grands condensateurs ne conviennent pas pour les projections ordinaires.

Mais, au point de vue des agrandissements, il faut que l'appareil soit muni de condensateurs assez grands pour que le négatif à agrandir y soit complètement inscrit.

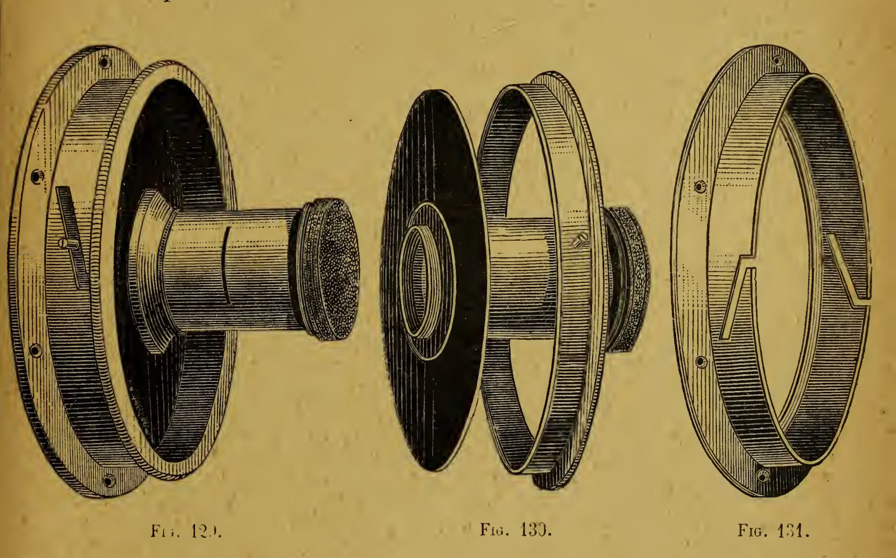


Fig. 129. Fig. 130. Fig. 131.

Pour un négatif 8 × 9, il faut employer un condensateur de 105 millimètres de diamètre. Pour un négatif 9 × 12, le condensateur doit avoir 15 centimètres ; pour 13 × 18, il aura 22 centimètres, et enfin pour 18 × 24, on atteint le diamètre de 33 centimètres.

Telles sont les dimensions que doivent avoir les condensateurs pour agrandir en entier les différents

formats de négatifs ; mais, si l'on veut opérer en deux ou trois fois, en reproduisant successivement chaque partie du cliché, on peut prendre un appareil plus petit que ne le comporte la dimension du cliché. On fera alors deux, trois, quatre épreuves qu'il faudra assembler.

L'éclairage au pétrole est suffisant pour les appareils munis de lentilles de 10 et de 15 centimètres ; mais, pour les plus grands, les lumières oxyhydrique et oxycalcique sont préférables afin de ne pas être obligé de recourir à des poses trop longues.

Objectifs

La qualité de l'objectif a d'autant plus d'importance pour les agrandissements qu'il faut opérer avec un assez grand diaphragme. Il n'est pas possible de gagner de la finesse en diaphragmant de plus en plus, comme lorsqu'on prend une vue. Il faut s'arrêter dès que le diaphragme donne une pénombre sur l'écran. On peut établir comme règle qu'il ne faut pas un diaphragme d'une ouverture plus petite que le diamètre de la source lumineuse employée. Il y a donc intérêt à se servir d'une lumière aussi petite que possible, à condition qu'elle ait une intensité suffisante.

L'objectif que l'on choisira doit être de très bonne qualité. Son diamètre et son foyer peuvent varier dans des limites assez étendues, à la condition de

ne jamais employer les objectifs à petits diaphragmes, tels que les Globes Lens, grands angulaires et autres de ce genre, ayant des diaphragmes tournants. En effet, il ne faut pas encore oublier que l'on doit opérer à pleine ouverture ou en employant un des grands diaphragmes. Les objectifs à portraits ou les rectilignes sont donc ceux qu'il faut préférer.

Le diamètre de l'objectif doit augmenter en même temps que celui du condensateur. Si, avec un condensateur de 22 centimètres, par exemple, on employait un objectif ayant un petit diamètre, on aurait une pénombre sur les bords du champ lumineux.

Pour un condensateur de 108 millimètres, l'objectif doit avoir, au minimum, 30 à 35 millimètres d'ouverture. Avec un condensateur de 150 millimètres, l'ouverture de l'objectif sera de 45 à 50 millimètres. Le condensateur de 22 centimètres nécessitera un objectif d'au moins 60 à 75 millimètres ; enfin, avec le condensateur de 33 centimètres, l'objectif aura de 8 à 10 centimètres de diamètre.

Quant aux foyers, ils seront nécessairement en proportion des diamètres.

Comme pour l'obtention des négatifs, l'objectif, qui, à foyer égal, aura le plus grand diamètre, donnera le plus de lumière ; mais, à l'inverse de ce qui se passe pour les opérations photographiques ordinaires, c'est le foyer le plus court qui donnera

le plus de grossissement, mais un foyer long donnera plus de netteté.

Installation et manœuvre de l'appareil

Il y a deux manières de s'installer pour faire les agrandissements, selon que l'on opère dans une pièce éclairée ou dans une pièce obscure.

Dans le premier cas, il faut employer un soufflet ou une chambre noire à long tirage, ayant, à l'extrémité opposée à celle où se trouve l'appareil, un châssis pour renfermer la glace ou le papier sensible. Cette installation, assez coûteuse pour des chambres de grandes dimensions, ne permet pas de dépasser la grandeur pour laquelle la chambre a été construite. Cela peut être un inconvénient à un moment donné, surtout si, par suite d'un changement d'objectif, il fallait reporter le châssis au-delà de l'allongement total du soufflet.

Nous préférons opérer dans une pièce non éclairée ou éclairée par une lumière rouge. L'installation est plus simple ; la distance de l'appareil au chevalet et, par suite, la dimension de l'agrandissement ne sont limitées que par les dimensions de la pièce elle-même.

L'installation la plus simple consiste à accrocher verticalement, le long du mur, une planchette à dessin, sur laquelle on fixe, à l'aide de punaises, une feuille de papier blanc servant à mettre au

point, et qui est remplacée ensuite par la feuille de papier sensible. L'appareil est disposé horizontalement à la hauteur voulue sur une table placée en face de la planchette.

Mais la disposition la plus commode est, sans contredit, celle représentée par la figure 132. Une base ou chariot, de 2^{m},50 à 3 mètres de long, porte l'appareil et un chevalet destiné à recevoir un châssis à rideau ou à coulisse. L'appareil et le chevalet, mobiles sur la base, peuvent être rapprochés ou éloignés, suivant la grandeur que l'on veut donner à l'image.

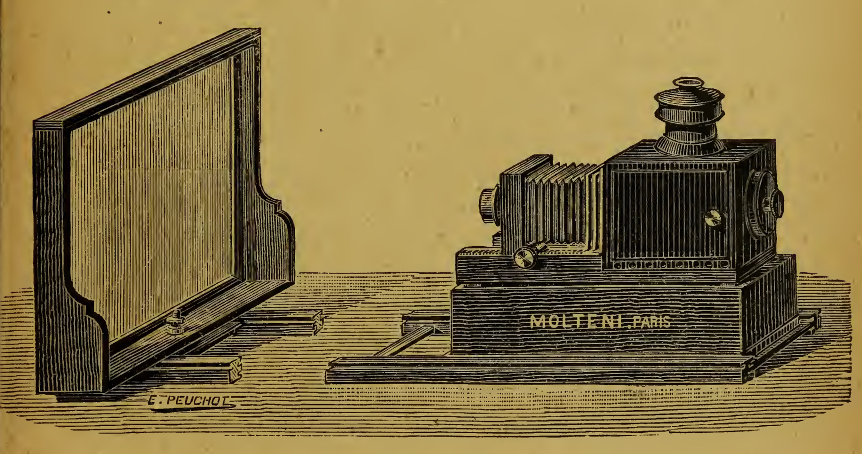


Fig. 132.

L'appareil étant ainsi disposé, voici les soins à donner à la lampe :

La remplir aux trois quarts avec du pétrole, et non avec de l'essence ; il est même bon de s'assurer

que le pétrole est bien rectifié et qu'il n'est pas susceptible d'émettre des vapeurs inflammables. A cet effet, on en verse une petite quantité dans une soucoupe, et on y jette une allumette enflammée, qui s'éteint si le pétrole est bon à employer. Pour que l'expérience soit concluante, il est utile que la soucoupe ne soit pas trop froide.

Avant l'allumage, amener la mèche au niveau du bec et l'affleurer en passant le doigt dessus, afin d'en égaliser la surface; autrement, la flamme ne serait pas régulière. Cette régularité est importante pour avoir un éclairage bien uniforme.

Ce dressage de la mèche se fait facilement lorsque la lampe a déjà brûlé. Si la mèche est neuve, il faut l'allumer une première fois pendant un certain temps pour la carboniser un peu.

La lampe étant allumée et réglée, avant de l'introduire dans l'appareil, il est bon de chauffer les lentilles afin d'éviter la buée qui se produit pendant les premiers moments.

La place de la lampe ne peut pas être déterminée à l'avance, car elle varie avec le foyer de l'objectif. Plus ce foyer s'allonge, plus la lampe doit être rapprochée de la lentille éclairante ou condensateur. Or, la longueur focale de l'objectif varie suivant la distance à laquelle se trouve l'écran ou la feuille sensible.

La lampe étant donc placée vers le milieu de l'appareil, et le réflecteur étant enlevé, on introduit le cliché dans la coulisse. On met approximative-

ment au point; puis le cliché est retiré. On a alors sur l'écran blanc un disque lumineux, généralement inégal. On déplace la lampe de droite à gauche, d'avant en arrière, jusqu'à ce que l'écran soit uniformément éclairé. On remet alors le réflecteur, que l'on enfonce plus ou moins jusqu'au moment où les rayons qu'il réfléchit, s'ajoutant à ceux transmis par les lentilles, donnent également un éclairage uniforme.

Lorsque la lampe est dans l'appareil depuis quelques minutes, l'air, en s'échauffant, change les conditions de tirage; la flamme monte et finirait par fumer. Il est donc bon, au commencement d'une séance d'agrandissement, de surveiller la lampe et de baisser un peu la mèche, si cela est nécessaire.

Le cliché est remis dans la coulisse, en ayant soin que le côté de la gélatine fasse face à l'écran; autrement, on aurait une image retournée. En d'autres termes, la gélatine doit être placée du côté de l'objectif, et non pas du côté du condensateur.

Il est bon de chauffer un peu le cliché avant de le remettre dans l'appareil.

Mise au point.

Il faut maintenant procéder à la mise au point, qui doit être des plus précises. Il est bon d'avoir étudié à l'avance le cliché, d'avoir cherché à la

loupe les détails les plus fins qui doivent servir à mettre au point l'image agrandie. On économise ainsi du temps et on évite de se fatiguer les yeux.

Si le cliché ne possède pas de détails assez arrêtés, on peut faire la mise au point d'après une glace portant des divisions très fines ou d'après une glace enfumée, sur laquelle on a tracé des lignes à l'aide d'une pointe fine. Cette glace doit occuper exactement la place du négatif.

On ne perdra point de vue que, si les agrandissements s'obtiennent facilement, à la condition d'avoir un bon négatif, un objectif parfait et un appareil construit dans les conditions voulues, toutefois, il importe surtout de bien mettre au point.

Après avoir opéré de différentes manières, voici ce que nous conseillons.

Ne pas mettre au point sur une glace dépolie disposée à la place de l'écran. L'œil est ébloui par la lumière directe qui éclaire la glace, dont le grain fatigue au bout de très peu de temps. Il faut examiner, au contraire, l'image par réflexion sur une feuille de papier blanc et employer une loupe qui ne sera pas tenue à la main. On la monte sur un support rigide, fixé au cadre de l'écran ou sur un pied.

Autre recommandation importante. Il ne faut pas mettre au point en déplaçant le chevalet, mais bien en faisant mouvoir l'objectif que l'on manœuvre à distance au moyen d'une tige ou d'une poulie commandée par une cordelette que l'on tire dans le sens voulu.

Obtention des épreuves.

Pour faire les agrandissements, il y a deux manières de procéder :

1° Dans le cas où il ne s'agit que d'obtenir un petit nombre d'épreuves, le négatif est placé dans l'appareil. Son image agrandie est reçue sur une feuille de papier au bromure, que l'on développe après quelques secondes d'exposition ;

2° Si l'on a besoin d'une plus grande quantité d'épreuves, il faut faire d'abord un petit positif sur verre, qui, placé dans la lanterne, donnera un grand négatif, avec lequel on tirera au châssis-presse, en employant un des nombreux papiers positifs existant aujourd'hui.

Le petit positif devra être aussi fini que possible. On le fait de préférence au collodion humide ou émulsionné, au charbon, au gélatino-chlorure ; mais le gélatino-bromure a généralement des grains trop gros et manque un peu de transparence.

Négatifs.

Les négatifs destinés à être agrandis à la lumière artificielle doivent être légers, très transparents, même dans les noirs, et ne pas manquer de détails dans les parties sombres du modèle, c'est-à-dire dans les blancs du négatif.

Si l'on fait un cliché destiné à l'agrandissement, il faudra exagérer la pose, afin d'avoir le plus de détails possible, et conduire le développement de façon à avoir une image très douce. L'acide pyrogallique est excellent dans ce cas, et nos meilleurs clichés d'agrandissement ont été développés de cette façon.

On doit préférer les glaces à émulsion lente sans gros grains.

Il ne faut pas vernir les clichés. Les plus petits défauts du vernis, points, cratères, poussières, sont d'un effet déplorable, une fois agrandis. Pour la même raison, on ne doit prendre les glaces que par la tranche. L'empreinte d'un doigt se retrouve sur l'épreuve agrandie, ainsi que les raies, ou tout autre accident auquel les clichés sont exposés, s'ils sont maniés sans les soins voulus. Ne pas oublier de nettoyer complètement le dos des glaces.

Il est bien entendu que les négatifs destinés à l'agrandissement doivent être d'une très grande netteté, même examinés avec une forte loupe.

Pour les dimensions des négatifs, par rapport aux appareils, voir ce qui est dit page 269.

Papier.

C'est le papier au gélatino-bromure qu'il faut employer pour les agrandissements avec la lampe à pétrole ou avec la lumière oxyhydrique. Cepen-

dant, avec ce dernier éclairage, on peut agrandir sur papier au chlorure susceptible de se développer ; mais la pose est environ trois fois plus longue qu'avec le papier au bromure. Quant au papier au charbon, la lumière électrique très intense peut seule servir à l'impressionner.

La lampe à pétrole suffit pour les faibles agrandissements ne dépassant pas 50 cent., à condition d'avoir un négatif transparent ; mais, au delà, la lumière oxyhydrique devient nécessaire. Elle est dix-huit fois plus intense que la lampe. Il en est de même si le cliché est un peu opaque.

Le papier tend à se rouler sur lui-même, la couche sensible au dedans. Cela permet de reconnaître, à la lumière rouge ou dans l'obscurité, de quel côté est la gélatine.

Voici quatre moyens de tendre le papier :

1° Le fixer à l'aide de punaises, comme il est dit page 272 ;

2° Tremper la feuille dans l'eau distillée, l'égoutter et l'appliquer encore humide sur la face antérieure d'une glace, la gélatine en dehors.

3° La placer derrière une glace dans un châssis à trappe ou à rideau.

Pour faire tenir le papier dans le châssis, on le place entre une glace et une feuille de verre recouverte d'une feuille de papier blanc, sur laquelle on trace les différentes grandeurs photographiques, 9 × 12, 13 × 18, etc. etc. De cette façon, avec un grand châssis, 40 × 50, par exemple, on peut tenir

bien à plat toutes les feuilles de papier ayant une des dimensions plus petites. On met au point sur la feuille de verre recouverte de son papier blanc, la glace étant placée en avant, comme si l'on opérait.

4° La tendre dans un cadre stirator.

Chaque manière a ses avantages et ses inconvénients ; mais, en somme, on peut employer l'une ou l'autre, en prenant les précautions voulues. Avec la glace par devant, il faut avoir le soin de faire la mise au point, la glace étant en place ; car, si l'on procédait autrement, c'est-à-dire que si, après avoir mis au point, sans la glace, sur la feuille non sensible, on remettait la glace pour faire l'épreuve, il y aurait une petite différence, qui serait d'autant plus grande que la glace serait plus épaisse.

Le mouillage préalable, surtout à l'eau ordinaire, expose au voile, à moins de suivre les recommandations du Dr Stolze, de ne pas employer le bain d'oxalate de fer au moment de sa préparation. Il faut attendre une dizaine de minutes et ajouter au bain neuf un tiers de vieux bain.

Développement.

On peut développer avec les différents développateurs indiqués pour les plaques, et dont nous ne rappellerons pas les nombreuses formules ; mais,

le fer donnant de bons résultats, voici une formule que l'on peut employer avec assurance en tenant compte des prescriptions suivantes :

1° *Employer toujours les diverses solutions froides.* — 2° *Agiter constamment les épreuves dans les bains.* — 3° *Éviter de les laisser longtemps dans les eaux du lavage, surtout après le développement. Un long séjour dans l'eau salit les images et colore les blancs en jaune.* — 4° *Se servir de pinces en bois ou en corne pour manier les papiers dans les bains, pour éviter les contacts, ce qui produirait infailliblement des taches sur les épreuves.*

Pour développer, préparez les deux solutions suivantes:

N° 1.	Eau chaude..............	1,500	cc.
	Oxalate neutre de potasse.	375	gr.
	Bromure d'ammonium...	1	gr.

Laissez refroidir et filtrez.

N° 2.	Eau chaude........... ..	1,000	cc.
	Sulfate de fer...........	300	gr.
	Acide citrique...........	10	gr.

Au moment de vous en servir, mettez dans une cuvette *d'abord* cinq parties du n° 1, *puis* une partie du n° 2 (*ne pas faire l'inverse*).

Après développement, plongez les épreuves, *sans les laver*, dans la solution suivante pendant quelques minutes ; ce bain éclaircit l'image et lui donne de la transparence et de l'éclat.

N° 3.	Eau chaude..............	1,000 cc.
	Alun pulvérisé..........	50 gr.
	Acide citrique...........	12 gr.

Laissez refroidir avant de vous en servir. Après l'immersion de quelques épreuves, il faut renouveler ce bain.

Lavez trois ou quatre fois, et fixez dans un bain de :

Eau	1,000 cc.
Hyposulfite de soude..........	100 gr.

Bien laver après comme d'habitude. — Le virage n'est pas nécessaire pour le papier au bromure.

Par les grandes chaleurs, il est opportun de mettre les épreuves, après fixage, dans un bain d'alun à 6 pour 100. Ce bain doit être exclusivement composé d'alun sans addition d'autres produits. Il est important de laver abondamment les épreuves à plusieurs eaux avant de les plonger dans le bain d'alun. — Les ampoules qui pourraient se produire après le fixage peuvent être évitées en mettant les épreuves, *sans lavage préa-*

lable, dans une solution de sel de cuisine. — Un vieux développateur, auquel on ajoute, au moment de l'employer, une quantité égale de développateur neuf donne des épreuves brillantes. — Le papier au bromure étant très sensible, éviter de le surexposer. — Employer des cuvettes bien propres et en affecter une spécialement à chaque produit.

Il faut bien remarquer qu'au sortir du développement l'épreuve ne doit pas être lavée. Elle sera plongée directement dans le bain acide n° 3. Ce bain peut indifféremment être remplacé par le suivant, qui est plus simple :

Eau ordinaire..................	1.000 cc.
Acide chlorhydrique...........	5 gr.

Comme il a été dit, on développe le papier au gélatino-bromure avec tous les révélateurs employés journellement en photographie, en forçant la dose de bromure et en allongeant le bain avec de l'eau distillée, pour qu'il soit moins fort. Un vieux bain d'iconogène ayant servi à développer les négatifs donne de bons résultats.

L'épreuve, une fois terminée et lavée à plusieurs eaux, est mise à sécher à l'air si l'on veut une surface mate. Si l'on préfère une surface brillante, on l'applique, encore humide, soit sur une plaque d'ébonite polie, soit sur une plaque talquée ou bien

enduite, à l'aide d'un tampon de ouate, du mélange suivant :

Térébenthine...........	750
Cire vierge.............	3
Résine..................	31

Temps de pose.

Le temps de pose, pour obtenir un bon agrandissement, varie beaucoup. Ces variations ne dépendent pas de la source lumineuse, si elle est toujours la même, mais :

De la transparence du cliché ;
De l'objectif et du diaphragme employé ;
De l'échelle de l'agrandissement.

Une épreuve de 40 × 40, par exemple, exigera quatre fois plus de pose qu'une de 20 × 20 ; autrement dit, cette pose s'accroît proportionnellement à la surface de l'agrandissement.

C'est surtout la transparence du négatif qui a une grande influence sur le temps de pose, dont il ne faut pas se préoccuper à l'avance. L'apprentissage se fait vite et, au bout de deux ou trois expériences, on arrive facilement à poser juste.

Voici, du reste, quelques indications qui peuvent toujours servir de guide :

Lampe à pétrole, objectif de 0,30 de foyer, diaphragme $\frac{F}{10}$, épreuve 26 × 31.

Cliché très léger transparent.	30 secondes.	
— léger —	1 minute.	
— moins léger —	2 à 3	—
— gris sans transparence. .	5	—

Quant aux clichés vigoureux, manquant de transparence, ils demandent une pose de 10, 15, 20 minutes et même plus.

Avec la lumière oxyhydrique, les poses sont de 15 à 20 fois moins longues, suivant le plus ou moins d'intensité de la lumière.

Divers.

Pour faire un portrait dégradé, promener, pendant la pose, une découpure en papier de forme convenable entre l'objectif et l'épreuve.

On a conseillé l'emploi d'un verre finement dépoli, placé entre le négatif et la source lumineuse. Ce verre, qui absorbe environ 50 0/0 de la lumière, n'est pas utile avec un appareil donnant un éclairage uniforme ; mais, avec les lampes à mèches multiples, il peut rendre des services.

On peut faire, d'après une petite épreuve sur papier, un grand négatif avec une chambre mégascopique ajoutée à la lanterne d'agrandissement ; mais les épreuves sur papier n'ont jamais la net-

teté ni la finesse des photographies sur verre. De plus, les corps opaques ne réfléchissent qu'une faible quantité de la lumière qu'ils reçoivent. Les agrandissements faits dans ces conditions laissent à désirer.

VII

ÉPREUVES SUR VERRE POUR PROJECTIONS

Dans les éditions précédentes, il n'a pas été parlé des moyens d'obtenir photographiquement les tableaux de projection. En effet, à l'époque où elles ont été publiées, les procédés en usage n'étaient guère pratiques que pour les photographes de profession. On n'avait alors à sa disposition que le collodion et l'albumine; les amateurs ne s'occupaient guère de confectionner eux-mêmes leurs tableaux. Ce n'est que depuis l'apparition du gélatino-bromure que l'obtention des positifs sur verre a pris un grand essor. Il est donc indispensable d'en parler ici.

Il existe bien des méthodes différentes, pour obtenir ces épreuves positives. Nous n'entreprendrons pas de les décrire toutes; nous n'indiquerons que la plus simple, à la portée de tout amateur disposant des moyens ordinaires dont il a généralement l'habitude.

Mais les personnes qui désireraient en faire une étude plus complète pourront se reporter à l'excel-

lent traité *Les positifs sur verre*, de M. H. Fourtier, dans lequel elles trouveront non seulement l'exposé de la théorie, mais aussi celui de la pratique (1).

Pour obtenir une photographie sur verre, il faut un *phototype négatif*, qui peut être de la grandeur adoptée pour les projections ou d'une dimension différente. Dans le premier cas, on tire par contact et on obtient une *photocopie* sur verre. Dans le second cas, le tirage se fait à la chambre noire par reproduction, et l'on obtient un *phototype positif*, suivant les désignations adoptées par le Congrès de 1889.

Dans l'un ou l'autre cas, le positif sur verre obtenu mesurera 85 millimètres sur 100 millimètres, dimension également indiquée par le Congrès.

Pour le tirage par contact, on emploiera les plaques au gélatino-chlorure, dont l'image s'obtient par développement. Pour le tirage par reproduction, on choisira les glaces au gélatino-bromure à émulsion lente et à couche mince.

Il y a aussi des plaques au chlorure qui noircissent à la lumière. Le tirage en est plus long et ne peut se faire qu'à la lumière du jour, tandis que les plaques qu'on doit développer peuvent être impressionnées à la lumière artificielle. Cela permet d'utiliser les soirées pour obtenir en deux ou trois heures de nombreuses épreuves.

(1) Gauthier-Villars et fils, éditeurs.

Tirage par contact. Chargement du châssis. — Pour le tirage par contact des plaques au gélatino-chlorure, le matériel nécessaire se réduit à un châssis-presse (fig. 133), du modèle ordinaire, servant au tirage des épreuves sur papier.

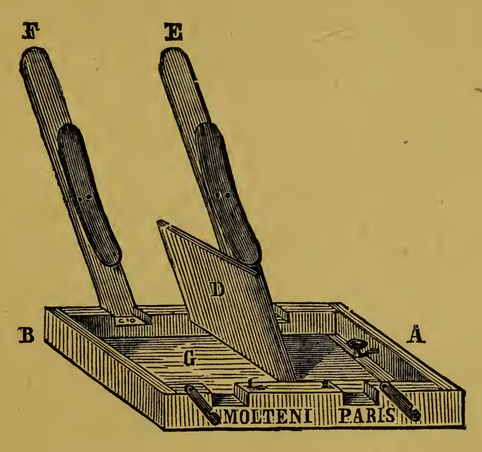


Fig. 133.

Comme il a été dit, pour le tirage par contact, le négatif doit être de la dimension des épreuves de projection. S'il est plus grand, on n'en utilisera alors qu'une partie égale à cette dimension. Le négatif, dont l'envers aura été préalablement nettoyé, sera bordé tout autour, sur une largeur d'environ 1 centimètre, de papier noir pour empêcher la lumière de frapper les contours de la plaque positive. Sans cette précaution, la lumière, réfléchie par la tranche du verre, se diffuse dans l'émulsion

et produit sur les bords de l'image un halo d'autant plus intense que l'exposition a été plus longue.

Au lieu de la bordure en papier noir, on peut employer un cadre passe-partout en bristol noirci, dans lequel s'encastrent exactement les négatifs. Cette précaution n'est plus aussi nécessaire avec les négatifs notablement plus grands que les plaques de projection.

Le négatif étant en place dans le châssis-presse, dont la glace aura été nettoyée, on pose dessus, gélatine contre gélatine, la plaque positive, que l'on recouvre d'un molleton noir, ou rouge foncé. On referme la planchette et on met les barres en place.

On éprouve généralement quelques difficultés à placer convenablement les plaques positives sur le négatif. Quand on fait cette opération en tenant les plaques verticalement entre les yeux et la lumière, il est rare qu'elles ne se déplacent point au moment où on cherche à les ramener à la position horizontale, pour les enfermer dans le châssis-presse. En vue de faciliter cette opération, nous employons le support représenté par la fig. 134. Ce support, analogue aux pupitres à retouche, est muni d'un réflecteur articulé, renvoyant la lumière verticalement vers une glace dépolie placée horizontalement sur le dessus. Sur cette glace dépolie on pose le châssis-presse ; on peut alors disposer commodément le négatif et la glace positive. La lumière,

venant par en dessous, permet d'apercevoir les détails du modèle. On amène donc celui-ci exactement à la place convenable. On referme ensuite le châssis sans que rien n'ait été dérangé. Un écran opaque à charnière, placé au sommet de l'appareil, abrite la glace dépolie contre la lumière qui viendrait d'en haut et qui gênerait l'opération.

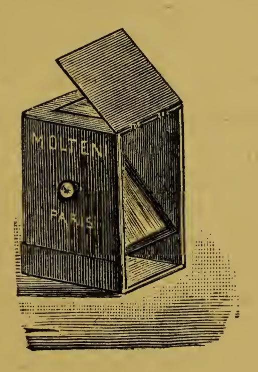


Fig. 134.

Il est bien entendu que le chargement des châssis se fait dans une pièce éclairée seulement par une lumière inactinique. Avec les plaques au gélatino-chlorure, on peut s'éclairer avec une lumière plus vive que celle employée pour le gélatino-bromure. Une lumière jaune orangé ou rouge clair, qui voilerait le bromure, est ici sans inconvénient.

Exposition. — L'exposition se fait soit à la lumière diffuse du jour, soit à la lumière artificielle.

A la lumière du jour, le temps de pose variera, pour les glaces au gélatino-chlorure, de deux à vingt secondes, suivant l'état de la lumière et la force du négatif. Il est évident qu'avec un négatif nécessitant une pose de deux à quatre secondes dans le plein du jour en été, on sera amené à poser dix, vingt, trente fois plus dans les jours sombres de l'hiver.

A la lumière artificielle, le temps de pose varie avec la source lumineuse employée; comme règle, il faut toujours se servir du même éclairage, bec de gaz ou lampe, en plaçant le châssis à une distance constante.

Avec un bec de gaz papillon, le châssis étant placé à 15 centimètres de la lumière, la pose varie d'une à quelques minutes suivant la force du négatif.

L'impression peut, en outre, se faire très rapidement, en brûlant, devant le châssis, que l'on balance pendant l'exposition, un morceau de ruban de magnésium de 4, 6, 8 ou 10 centimètres.

Il faut bien remarquer qu'il est difficile d'indiquer à l'avance le temps de pose exact, ce temps variant beaucoup selon les conditions dans lesquelles on opère.

Avec les plaques au gélatino-chlorure, si la pose a été trop courte, le développement sera long, et l'épreuve gardera un ton jaune verdâtre, qu'un virage même prolongé n'arrivera pas à modifier complètement. Plus la pose sera longue, plus le développement se fera rapidement et plus le ton définitif sera chaud.

Il est donc facile de se rendre compte si on a trop posé ou pas assez, et, au bout de deux ou trois épreuves, on devient maître du temps de pose pour un même négatif.

L'emploi du châssis-presse ordinaire est le moyen le plus simple ; mais il est possible de se placer dans des conditions encore meilleures.

Quand on expose au jour, la lumière diffuse, arrivant dans tous les sens sur l'envers du négatif, tend à donner une image qui manque quelquefois de netteté. Ce fait se produit d'autant plus facilement que, par suite des irrégularités des verres employés, le contact n'est point parfait entre le négatif et la plaque sensible.

Pour remédier à cet inconvénient, M. Davanne a proposé (voir t. II, pages 50-51, de son *Traité de photographie*) de placer le châssis positif au fond d'une boîte rectangulaire fermée, dont l'autre extrémité porte une plaque percée d'une ouverture plus ou moins grande.

On évite ainsi les inconvénients de l'éclairage oblique. La lumière, provenant d'un point unique, arrive perpendiculairement à l'envers du négatif. Il en résulte une grande netteté dans l'image obtenue, même si le contact n'existe pas bien entre les deux plaques.

Un autre avantage de ce dispositif est d'allonger considérablement la pose, dont on est plus maître.

Au lieu de poser deux ou trois secondes, comme

avec la lumière diffuse, on arrive à vingt, trente, quarante secondes et plus, en se servant de ce genre de chambre noire sans objectif.

L'appareil à employer pour l'exposition des positifs est représenté par la fig. 135.

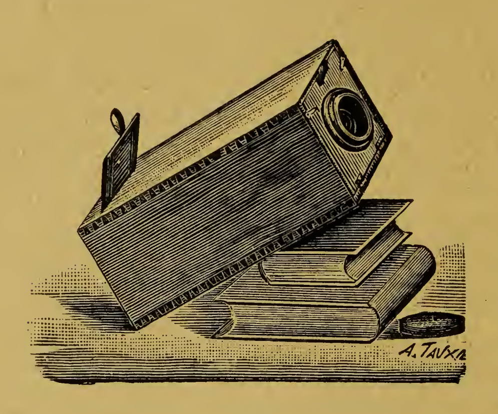


Fig. 135.

Sur le devant est placée une rondelle.

On y introduit un diaphragme. A cet effet sont préparés des diaphragmes dans lesquels on a pratiqué des ouvertures différentes. Les diamètres vont en diminuant, de façon qu'en substituant à un diaphragme d'une ouverture donnée le diaphragme d'une ouverture immédiatement plus petite, la pose double.

Un bouchon, semblable à celui des objectifs, peut se placer devant la rondelle. On le remet en place quand la pose est terminée.

Le châssis, qui est à l'autre extrémité de la l'appareil, est semblable au châssis-presse habituel; seulement, il est muni d'une trappe, comme les châssis négatifs, afin de garantir la plaque contre la lumière dans le transport du laboratoire jusqu'à l'endroit où se fait l'exposition. Cette trappe est relevée pendant la pose.

La figure représente l'appareil, maintenu incliné par des livres ou de toute autre façon, afin que l'ouverture soit dirigée vers le ciel, de préférence vers le nord. L'éclairage est ainsi plus régulier.

Développement. — La plaque au gélatino-chlorure ayant été exposée, on rentre au laboratoire pour procéder au développement.

Le développement peut se faire par l'un ou l'autre des procédés existants. Tous sont susceptibles de donner de bons résultats. Le meilleur est celui dont on est le plus maître. Les bains doivent être affaiblis et contenir plus de bromure que les bains pour négatifs.

Pour que l'épreuve ne devienne pas terne et conserve toute sa transparence dans les blancs, il importe que le développement soit court, de trois à cinq minutes. La pose aura donc dû être suffisante pour que l'image vienne rapidement même avec un bain faible.

Voici la formule que nous employons et qui donne de bons résultats :

Solution n° 1

Eau distillée	1,000 cc.
Sulfite de soude	100 gr.
Hydroquinone	18 gr.
Bromure de potassium	4 gr.

Solution n° 2

Eau distillée	1,000 cc.
Soude caustique	12 gr.

Le bain révélateur se prépare au moment de l'employer en prenant:

Solution n° 1...............	2 parties
— 2...............	1 —
Eau	4 —

Si l'on désire un développement plus rapide, on n'ajoutera que deux parties d'eau au lieu de quatre.

La glace une fois impressionnée et plongée dans le révélateur, on surveille la venue de l'image. Elle doit commencer à apparaître au bout d'une minute environ, si la pose a été suffisante. L'image montera ensuite graduellement, et en trois ou quatre minutes le développement sera achevé.

Pendant le développement, on examinera de temps en temps l'image par transparence, ce qui est facile avec les plaques au gélatino-chlorure, dont la couche n'est pas opaque comme celle des plaques

au gélatino-bromure, et on arrêtera l'action du développateur au moment où le positif aura atteint assez de vigueur. Il y a lieu de remarquer que l'épreuve baissera peu au fixage. Malgré cela, il est bon de dépasser légèrement l'intensité jugée nécessaire.

Une bonne épreuve positive pour projection doit rendre avec finesse tous les détails du modèle; les noirs doivent avoir de la vigueur sans cependant manquer de transparence, et les blancs, être très purs afin de laisser passer toute la lumière.

Lorsque la pose a été convenable, le développement se fait dans les limites indiquées, et les blancs restent bien clairs. Si la pose a été trop courte, le développement traîne en longueur. La plaque séjournant trop longtemps dans le bain devient grise, et l'épreuve est mauvaise. Il est à noter qu'une pose trop prolongée, avec un négatif léger, aurait l'inconvénient de surexposer les blancs qui se teinteraient au développement; mais ce voile n'est pas le même que celui produit par un développement prolongé.

Au bout de très peu de temps, on sera familiarisé avec ces effets, dont on se rendra facilement compte en faisant trois épreuves d'après un même négatif. Pour la première, on posera très peu; on augmentera la pose pour la seconde, et enfin on exagérera le temps de pose pour la dernière.

Il est assez difficile de distinguer le côté gélatiné des plaques au gélatino-chlorure d'argent. Le moyen le plus aisé est de gratter le coin de la plaque avec l'ongle ou avec un canif.

Fixage. — Le développement achevé, on lave l'épreuve et on la plonge dans le bain de fixage composé de :

Eau........................	1,000 cc.
Hyposulfite de soude.......	200 gr.

Elle y restera non seulement le temps de faire disparaître complètement la couche blanchâtre, mais même le double du temps nécessaire à la dissolution de cette couche.

On ne doit pas employer de vieux bains d'hyposulfite. Il est de toute nécessité d'avoir un bain neuf à chaque séance de développement.

En fixant simplement à l'hyposulfite de soude, le ton de l'épreuve reste à peu près le même que celui qu'elle avait en sortant du bain de développement. Comme il a été dit, ce ton est d'autant plus chaud, que la pose a été plus longue.

Pour modifier l'aspect de l'image et lui donner un ton plus agréable, au lieu de la fixer simplement à l'hyposulfite, on emploie le bain de fixage-virage suivant :

Eau distillée................	1,000 cc.
Hyposulfite de soude	233 gr.
Acétate de soude...........	47 gr.
Sulfocyanure d'ammonium ..	23 gr.
Solution de chlorure d'or à 1 pour 30	23 cc.

On peut employer également l'un des bains indiqués pour les papiers aristotypes, papiers à la celloïdine et autres du même genre.

Dans ces bains fixo-vireurs, l'épreuve se fixe et se vire en même temps. Elle passe par les différents tons que donne habituellement le virage. On arrête l'opération au ton que l'on désire, en se rappelant qu'en séchant ce ton se modifie légèrement.

Au sortir du bain de fixage, l'épreuve est lavée au robinet, puis plongée dans une cuvette à lavage, dont l'eau sera renouvelée plusieurs fois pendant deux ou trois heures. On la lave de nouveau au robinet, et on la place sur l'égouttoir jusqu'à complète dessiccation.

TIRAGE PAR REPRODUCTION

Lorsque le phototype négatif n'est pas du format des épreuves pour projection, il faut opérer par reproduction, soit pour augmenter, soit pour diminuer le format du négatif. Ce dernier cas se présente généralement. Ce sont presque toujours de grands clichés que l'on réduit au format de projection. L'opération est un peu plus compliquée que pour le tirage par contact.

La manière d'opérer la moins coûteuse consiste à placer le négatif contre une fenêtre, la gélatine tournée vers l'intérieur de la pièce, de façon à le voir par transparence. On dispose une chambre

noire ordinaire à soufflet horizontalement sur son pied, bien en face du négatif. On la rapproche ou on l'éloigne jusqu'au moment où l'image obtenue sur la glace dépolie aura la dimension des épreuves de projection. Une fois cela fait, il suffira de tirer une épreuve comme si on copiait un modèle quelconque, et on aura ainsi un positif.

Comme précaution à prendre, il faudra d'abord mettre derrière le négatif un verre douci en ménageant un espace d'au moins 1 centimètre entre les deux. Cette précaution n'est pas utile, si la fenêtre placée au nord donne directement sur le ciel.

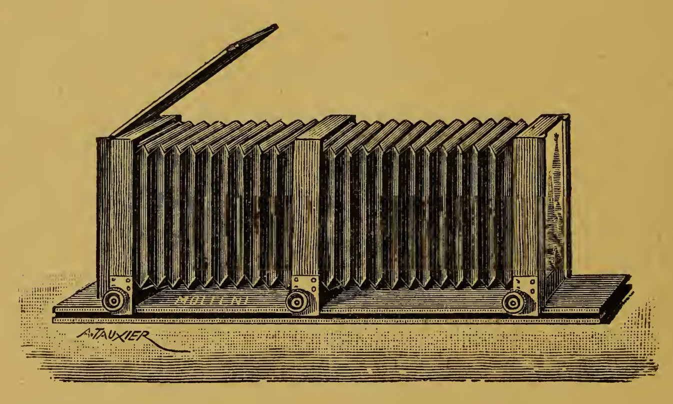


Fig. 136.

Il faudra ensuite garnir tout le pourtour du négatif d'étoffe ou de papier noir, afin qu'il n'entre dans l'objectif que la lumière ayant traversé le négatif. Il est même bon, lorsqu'il y a trop de

lumière dans la pièce, de recouvrir avec un voile noir l'espace compris entre la fenêtre et la chambre noire.

Mais, si l'on veut opérer dans les meilleures conditions, il faut avoir recours au modèle de chambre universelle à trois corps indiqué dans la figure 136.

L'objectif est placé sur le cadre du milieu; à l'une des extrémités de cette chambre (à droite dans la figure), on place le négatif, et à l'autre extrémité, à gauche, se trouve le châssis muni de l'intermédiaire destiné à recevoir les plaques positives 85 × 100.

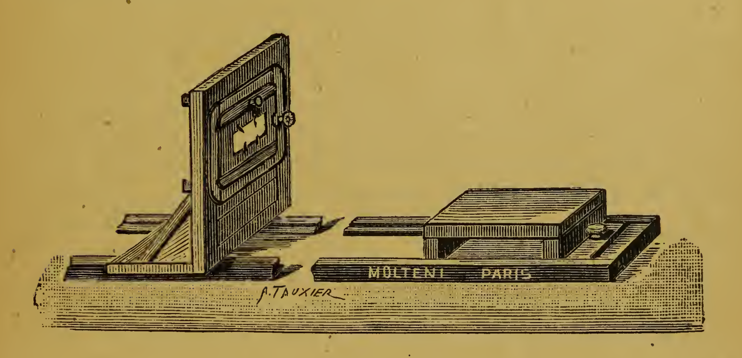


Fig. 137.

On règle la distance entre le négatif et l'objectif, et celle entre l'objectif et la plaque à impressionner de façon à obtenir une image de la grandeur voulue. Si la base de la chambre porte une règle divisée, on note à quelles divisions les trois corps

doivent être fixés pour chaque grandeur de négatif.

Quand on opère par réduction, l'espace est plus grand entre l'objectif et le négatif qu'entre l'objectif et le verre dépoli; quand, au contraire, il s'agit d'agrandir un petit négatif, c'est l'inverse.

Bien entendu, la chambre est disposée de façon à tourner le négatif vers la lumière du jour, le côté gélatiné étant placé à l'intérieur.

Une autre disposition très convenable et plus économique est celle que représente la fig. 137. Sur deux rails en bois, reliés entre eux, est disposé un chevalet portant un cadre, mobile à la fois dans le sens horizontal et dans le sens vertical. A l'intérieur de ce cadre se trouvent des intermédiaires pour les différents formats de plaques photographiques.

Le chevalet est mobile le long des rails, sur lesquels est installée également une tablette pouvant elle-même se déplacer, et sur laquelle on dispose la chambre noire de façon que le centre de l'objectif se trouve à la même hauteur que le milieu du négatif. Ce dernier peut d'ailleurs être manœuvré de haut en bas et de droite à gauche, puisque le cadre qui le maintient est mobile dans les deux sens.

La manœuvre avec cet appareil est la même qu'avec la chambre à trois corps.

Méthode opératoire. — Pour opérer par réduction, on n'emploie plus les glaces au gélatino-chlo-

rure. On se sert de glaces au gélatino-bromure à émulsions lentes et à couche peu épaisse, afin d'obtenir plus de finesse.

L'objectif est muni d'un de ses petits diaphragmes, ce qui donne le maximum de netteté.

Le temps de pose variera de cinq à dix, vingt ou trente secondes et même plus, suivant les conditions de lumière et la nature du négatif.

Comme développateur, on peut employer l'un de ceux en usage pour le gélatino-bromure, en y ajoutant quelques gouttes de bromure de potassium.

Si on a adopté les deux dissolutions indiquées page 296, on prendra :

Solution n° 1.................	1 partie
Solution n° 2.................	1 —

et, si l'on veut un développement moins fort, on ajoutera 1 partie d'eau.

La plaque une fois dans le bain, on surveille la venue de l'image qui apparaît au bout d'une minute environ et qui doit être terminée en trois ou quatre minutes au plus.

Comme pour le gélatino-chlorure, un séjour trop prolongé dans le bain de développement donne des images grises. On règlera donc le temps de poser en conséquence.

Le développement étant achevé, la plaque est lavée au robinet et fixée ensuite dans un bain d'hyposulfite ordinaire à 20 0/0.

Les épreuves au gélatino-bromure ont des tons noirs et ne se virent pas.

Après le fixage, qui doit être prolongé et fait dans le cabinet noir, on lave à grande eau pendant trois ou quatre heures, et on met à sécher.

Indications complémentaires. — Si toutes les opérations ont bien marché, les épreuves, une fois sèches, doivent se trouver dans les conditions voulues, et il ne reste plus qu'à les monter; mais il peut arriver que l'image, sans être voilée, n'ait point la pureté nécessaire. On lui donnera du brillant en la mettant plus ou moins longtemps dans un bain d'alun à 5 0/0. On la lave ensuite et on la laisse séjourner dans l'eau pendant une heure ou deux.

Si l'image a été trop poussée ou si un voile trop prononcé nuit à sa transparence, il sera facile de la ramener à un aspect convenable en la plongeant dans le bain suivant, que l'on prépare au moment de s'en servir au moyen du mélange ci-après :

Bain d'hyposulfite neuf......	100 cc.
Dissolution de prussiate rouge de potasse à 10 0/0........	5 à 10 gouttes.

Ce bain agit rapidement, surtout si on a forcé la dose de prussiate rouge. Il faut donc surveiller l'épreuve avec attention et la laver vivement lorsque l'effet désiré est atteint. On la laisse ensuite

pendant une heure environ dans la cuve de lavage.

Le *vernisssage* des épreuves pour projection n'est pas à recommander comme règle générale. Le vernis, quelle que soit sa propreté, laisse presque toujours des points sur les images. Cependant, lorsqu'on se trouve en présence d'une épreuve dont les noirs sont trop opaques, une couche d'un bon vernis l'améliore sensiblement en donnant un peu de transparence aux endroits qui en manquent.

MONTAGE

La figure 138 montre une épreuve de projection sous l'aspect qu'elle doit avoir, une fois terminée, et avec les dimensions adoptées par le Congrès de 1889.

L'épreuve, bien séchée, est recouverte d'un verre mince, sous lequel on a placé un passe-partout, ou découpure de papier noir, servant à encadrer la vue.

A l'aide de bandes de *papier-aiguille* mince, on réunit tout autour les deux verres. Ces bandes de papier sont collées à l'aide de la colle de pâte ordinaire, plutôt qu'à la gomme.

Il reste enfin à marquer la vue d'un signe qui permettra d'en reconnaître le sens dans la demi-obscurité où on est plongé au moment où se font les projections.

Voici à cet égard ce que nous avons proposé à la séance de la Société de photographie du 3 mai 1889 et ce qui a été ensuite adopté par le Congrès.



Fig. 138.

Si l'opérateur ne connaît pas les vues qui lui sont remises, si rien ne lui indique la droite ou la gauche, il la présentera souvent à l'inverse du modèle. Il lui est d'autant plus difficile de savoir

si c'est la photographie ou le verre qui la recouvre qui doit être tourné en avant, que l'épreuve peut être tirée par différents procédés, et avec un cliché direct ou avec un cliché retourné. Il est donc indispensable qu'un signe convenu rende toute hésitation impossible.

Il est évident que cette marque, si elle est toujours la même, peut être placée à un angle quelconque de la photographie.

On a proposé de disposer la marque de façon à indiquer le côté qui doit être tourné vers la source lumineuse. Cela est très bien, quand on opère directement, si la marque a été posée en vue de projections faites par-devant l'écran. Mais, si l'on opère sur un écran par transparence, la marque se trouvera placée du mauvais côté. De là, une confusion possible.

Je crois préférable de permettre à l'opérateur de reconnaître du premier coup d'œil, et cela dans l'obscurité, comment la vue se présente dans la nature.

Depuis bien des années, j'ai projeté un grand nombre de photographies. Voici ce qui m'a le mieux réussi. Tenant la vue de la main droite, entre le pouce et l'index, par le coin droit inférieur, de façon à la voir dans son vrai sens, c'est-à-dire de façon à pouvoir lire l'écriture, s'il y en a, je colle une étiquette gommée à la place du pouce. Si alors, au moment de la projection, on reprend la vue de la même façon, on sait qu'elle est dans

le sens où le spectateur doit la voir. Donc, suivant que l'on opère directement ou que la projection a lieu par transparence, on fait basculer la vue dans le sens voulu.

Le point blanc sur la fig. 138 est disposé à la place convenable.

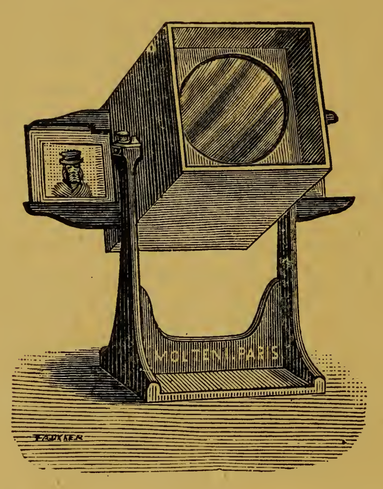


Fig. 139.

En terminant, nous signalerons le modèle de *lanternoscope* (fig. 139) que nous avons construit sur les indications de M. Bucquet, président du Photo-Club de Paris. Ce petit appareil, muni d'une large lentille, permet d'examiner les épreuves, de juger de leurs qualités et de voir quelles sont celles qui, étant trop légères ou trop vigoureuses, doivent être recommencées. On peut encore s'en servir pour trier des collections diverses, sans être obligé de faire usage de la lanterne de projection.

INSTRUCTIONS

ACCOMPAGNANT LA

COLLECTION DE DIX TABLEAUX EN MOUVEMENT
POUR L'ENSEIGNEMENT DE L'ASTRONOMIE

N° 1. — Sphéricité de la terre

Si la terre était une vaste plaine plate et indéfinie, ainsi qu'on pourrait le croire de prime abord, un objet, tel que le navire qui s'éloigne des côtes, deviendrait de plus en plus petit à l'œil de l'observateur ; mais sa grandeur apparente aurait beau diminuer par suite de l'éloignement, le navire se verrait toujours tout entier, et, au moment où il ne serait plus visible à l'œil, si on l'observait avec une longue-vue, on le distinguerait encore dans tous ses détails.

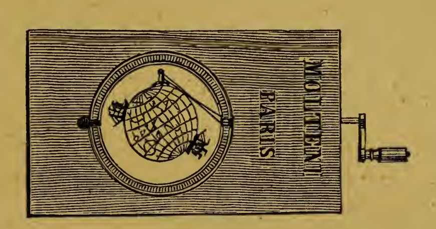


Fig. 140.

Il n'en est pas ainsi : la terre étant ronde, le phénomène se passe comme le représente le tableau.

Un observateur est placé sur une haute falaise ; il regarde un navire s'éloigner des côtes. Une fois que ce navire arrive à l'horizon, la coque disparaît la première, puis la partie inférieure des mâts, puis les voiles, et, lorsqu'il est suffisamment éloigné, on n'aperçoit plus que le haut des mâts. Plus tard, enfin, tout disparaît.

Si, après avoir continué sa route, le navire revient vers l'observateur par un chemin opposé, il aura fait le tour complet du globe, et, à son arrivée, on commencera par entrevoir ses mâts les plus élevés, puis les voiles et, en dernier lieu, la coque.

En dehors des différents voyages autour du monde, diverses considérations conduisent à admettre que la terre est une sphère légèrement aplatie vers les pôles et renflée à l'équateur.

Son plus grand diamètre est de 12,752 kilomètres, et son plus petit de 12,712 kilomètres.

La différence ou l'*aplatissement* de la terre aux pôles est donc de 40 kilomètres environ.

N° 2. — Système planétaire.

Au second siècle de l'ère chrétienne, Ptolémée enseignait que la terre occupe le centre de l'Univers ; que le soleil, la lune, les planètes tournent autour d'elle.

Au-delà de ces astres, il supposait une surface

sphérique concave immense, sur laquelle étaient fixées les étoiles.

Mais ce système, qui porte le nom du célèbre astronome égyptien, se trouvait en désaccord avec diverses observations.

Déjà, en l'an 500 avant Jésus-Christ, Pythagore annonçait que la terre tourne autour du soleil. Cependant cette doctrine, complètement opposée aux idées généralement admises à cette époque, ne fut pas adoptée.

Au xvi[e] siècle de notre ère, Copernic, astronome polonais, reconnut, après de longues et savantes observations, que le système de Ptolémée était complètement faux, que le soleil occupe le centre du monde planétaire, que la terre et les autres planètes opèrent leurs révolutions autour de lui.

Son système, que représente le tableau, ne fut pas admis sans obstacle, mais enfin il prévalut, et les observations faites depuis l'ont complètement confirmé.

Voici l'ordre dans lequel les planètes circulent autour du soleil. La plus rapprochée est Mercure. Viennent ensuite Vénus, la Terre, Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune.

N° 3. — Révolution annuelle de la terre.

Ainsi que le montre le tableau précédent, la terre tourne autour du soleil. Cette révolution s'opère en 365 jours 6 heures. C'est l'année civile.

La terre parcourt son orbite avec une vitesse d'environ 7 lieues par seconde.

La distance de la terre au soleil est telle, qu'un boulet, conservant sa vitesse initiale, mettrait 12 ans pour la franchir.

Le diamètre du soleil est 108 fois plus grand que celui de la terre, et les poids des deux astres sont dans le rapport de 1 à 324,000, c'est-à-dire que, si l'on pouvait mettre le soleil dans le plateau d'une balance, pour y faire équilibre, il faudrait placer dans l'autre plateau 324,000 globes lourds comme la terre.

En suivant la marche de la terre sur ce tableau n° 3, on la voit passer par les différents signes du zodiaque. Ainsi que chacun le sait, ces signes sont au nombre de 12 et correspondent aux mois de l'année, pendant lesquels le soleil paraît occuper chacun d'eux.

On remarquera, en outre, que la partie de la terre opposée au soleil est dans l'ombre ou dans la nuit.

La combinaison de la translation annuelle de la terre avec le mouvement de rotation diurne sur son axe produit la succession des années et celle du jour et de la nuit. L'axe n'étant pas perpendiculaire sur le plan de l'*écliptique*, ou orbite décrite par la terre, mais incliné, le jour ne reste pas toute l'année égal à la nuit. Au contraire, leurs durées respectives varient sans cesse, et les *saisons* se succèdent suivant le plus ou moins d'inclinaison de l'axe et suivant la position de l'hémisphère terrestre, tourné vers le soleil.

N° 4. — Rotation diurne de la terre.

Indépendamment de son mouvement annuel autour du soleil, la terre tourne sur elle-même en 24 heures, ainsi que le représente le tableau.

Si l'on regarde la terre en face, en se supposant placé dans le prolongement de l'axe, on verra tous les méridiens partant du pôle rayonner vers l'équateur, et la terre tourner de face, de manière à partager également les 24 heures en 12 heures du jour et 12 heures de nuit.

En suivant sur la figure un méridien quelconque de la terre, on le voit arriver au jour à 6 heures, puis gagner midi, passer sur 3 heures et enfin à 6 heures du soir rentrer dans la nuit.

Le phénomène est exactement le même pour les autres méridiens du globe.

N° 5. — Révolution de la lune autour de la terre.

En parcourant l'espace et en opérant sa révolution autour du soleil, la terre emporte son satellite avec elle.

La lune met un peu moins de 1 mois à parcourir son orbite autour de la terre. L'intervalle de 29 jours et demi entre deux nouvelles lunes forme le mois lunaire.

Le tableau représente le mouvement des deux

astres et fait voir, en outre, les différentes phases de la lune.

Quant à la distance de la terre à la lune, elle est égale à environ 60 rayons terrestres. Le boulet que nous avons déjà pris pour exemple page 312 mettrait 11 jours à parcourir cet espace.

N° 6. — Phénomène des marées.

Les marées sont le résultat de l'attraction exercée par le soleil et la lune sur la partie liquide du globe terrestre.

Suivant les positions respectives du soleil, de la lune et de la terre, le phénomène se manifeste plus ou moins fortement.

Lors de la nouvelle lune, lorsque notre satellite est en conjonction avec le soleil, ainsi qu'on le voit sur le tableau, les deux astres sont du même côté de la terre. Leur action combinée produit alors une grande marée.

Si nous faisons tourner la lune, elle devient de plus en plus visible et, au moment de la quadrature, c'est-à-dire lorsqu'elle se trouve à angle droit avec la ligne passant par le soleil et la terre, nous remarquons que la marée est moins forte que lorsque le soleil et la lune agissent ensemble. En effet, dans cette seconde position, ils agissent chacun de son côté. On voit, ainsi que le montre le tableau, que la marée produite par la lune est plus

forte que celle produite par le soleil. La lune, malgré sa faible masse, en effet, exerce une action beaucoup plus forte, par suite de son plus grand rapprochement de la terre.

Si la lune continue sa marche jusqu'au moment où elle sera dans son plein, elle se trouvera en opposition avec le soleil, et, dans ce cas, ils agissent encore ensemble pour produire une grande marée.

Lorsqu'enfin la lune, en continuant sa course, arrive à son dernier quartier, elle se trouve encore en quadrature et détermine une marée moyenne comme au premier quartier.

N° 7. — Orbites de Mercure et de Vénus.

Ce tableau représente les orbites des deux planètes Mercure et Vénus, placées entre la terre et le soleil.

Mercure, la planète la plus rapprochée du soleil, parcourt son orbite en 88 jours, qui forment son année.

Cette orbite est parcourue avec une vitesse d'environ 16,000 myriamètres par heure. Le diamètre de Mercure est environ le 1/3 de celui de la Terre.

Vénus, dont le diamètre est presque égal à celui de la Terre, est pour nous la plus brillante des planètes. Elle effectue sa révolution en 225 jours.

Ainsi qu'on le voit sur le tableau, Vénus est, à

certains moments, beaucoup plus rapprochée de la Terre que lorsqu'elle passe de l'autre côté du soleil. Les différences de distance déterminent les grands changements que l'on remarque dans l'éclat et le diamètre de cette planète.

Par suite de ses changements de position, Vénus a des phases comme la lune.

N° 8. — Marche d'une comète.

Les comètes sont des astres errants, dont la marche est fort singulière.

Après avoir été longtemps un objet de terreur et avoir excité la curiosité par leur forme bizarre, elles ont pu être également soumises aux calculs de l'astronomie.

Dans les temps modernes, on est arrivé à déterminer les orbites d'un certain nombre d'entre elles. On a reconnu qu'elles décrivent des ellipses très allongées. Ces orbites sont parcourues avec des vitesses énormes, qui ne permettent pas toujours de faire des observations suffisantes.

Nous les voyons apparaître un jour, changer de place très rapidement dans le ciel, puis disparaître pour ne plus revenir qu'au bout d'un grand nombre d'années.

N° 9. — Éclipse de lune.

La lune n'étant pas lumineuse par elle-même, l'éclat que nous lui voyons provient de la réflexion des rayons solaires à sa surface. Pendant que nous examinons la lune, si un corps vient à se trouver entre elle et le soleil, les rayons lumineux seront interceptés, et la lune cessera de briller.

C'est ce qui arrive lorsque, à certains moments, la terre vient à se trouver entre la lune et le soleil.

Suivant la position de la lune, les éclipses sont partielles ou totales. Ces éclipses sont visibles à l'aide de ce tableau.

L'ombre, projetée par la terre, est limitée par une pénombre, que l'on remarque au commencement et à la fin de chaque éclipse. Cette pénombre est due à l'atmosphère qui entoure le globe terrestre.

N° 10. — Éclipse de soleil.

Lorsqu'aucun corps ne se trouve entre la terre et le soleil, nous l'apercevons comme un disque rond, quelquefois parsemé de taches sombres, attribuées à des déchirures de son enveloppe lumineuse.

Quand un astre, tel que Mercure ou Vénus, par exemple, vient à passer devant le soleil, il se

détache en noir, ainsi que le représente le point qui traverse le tableau.

Lorsque, dans de certaines conditions, la lune se trouve entre le soleil et la terre, nous observons des éclipses, qui sont partielles, totales ou annulaires.

Dans le premier cas, ainsi qu'on le voit, une portion du disque solaire se trouve masquée.

Dans l'éclipse totale, la lune passe devant le soleil suivant un de ses diamètres, de sorte que, lorsque l'éclipse est à son milieu, elle est totale.

Suivant les époques des éclipses, le diamètre apparent de la lune est plus ou moins grand. Lorsqu'il est moindre que celui du soleil, l'éclipse est annulaire. C'est ce dernier cas que représente le tableau.

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

Pages.

AVIS 1

AVERTISSEMENT DES PREMIÈRES ÉDITIONS 3

Introduction

Les projections considérées comme moyen d'enseignement... 7

De l'Éclairage

I. — Considérations générales 19

II. — Emploi des lampes à huile ordinaire et des lampes à pétrole 28

III. — Eclairage à la lumière Drummond ou lumière oxy-hydrique 37

IV. — Préparation de l'oxygène 43

V. — Oxygène comprimé 56

VI. — Préparation de l'hydrogène 59

VII. — Production de la lumière oxyhydrique

1re manière d'opérer sans réservoir d'hydrogène ... 65

Réglage des robinets 68

2e manière d'opérer avec un réservoir d'hydrogène:

a. Avec chalumeau à gaz indépendants........ 76

b. Avec chalumeau à gaz combinés........... 78

VIII. — Production de la lumière oxycalcique (3e mode d'emploi de l'oxygène)........................ 82

IX. — Lumière oxy-éthérique 87

X. — Eclairage à la lumière électrique 95

XI. — Centrage du point lumineux 102

Des Appareils de projection

Pages.

I. — Définition 107
II. — Du foyer des lentilles. — Grandeur des images.... 109
III. — Dimensions des appareils et des tableaux.......... 114
IV. — Lanternes magiques.............................. 124
V. — Lanternes américaines............................ 129
VI. — Lampascope..................................... 139
VII. — Appareils de famille et de classe.......... 143
VIII. — Appareils de projection. (Modèle perfectionné pour facultés, cours, conférences, etc.)........ 150
IX. — Application des appareils précédents à la fantasmagorie.. 155
X. — Microscope à gaz................................ 161
XI. — Polyorama.
1° Appareil à projection double 164
XII. — Polyorama (*suite*).
2° Appareil à projection multiple.............. 182
XIII. — Ajustement des tableaux......................... 190
XIV. — Projections stéréoscopiques 193
XV. — Appareils solaires............................... 197
XVI. — Projection des corps opaques..................... 199
XVII. — Boîte à lumière pour théâtre..................... 210
XVIII. — Spectres....................................... 212

Renseignements complémentaires sur l'emploi des appareils

I. — Disposition de l'appareil. — Écran 217
II. — Outils et accessoires.................... 234

Des Tableaux

I. — Procédés pour confectionner les tableaux.......... 241
II. — Collections de tableaux........................ 247
III. — De l'emploi des photographies................... 260
IV. — Tableaux pour l'enseignement..................... 262
V. — Expériences diverses de projection............... 264
VI. — **Agrandissements à la lumière artificielle.**
Appareils 267
Objectifs 270
Installation et manœuvre de l'appareil 272
Mise au point.................... 275

Pages.
Obtention des épreuves........................ 277
Négatifs 277
Papier 278
Développement........................ 280
Temps de pose 284
Divers 285
VII. — **Épreuves sur verre pour projections**..... 287
Fixage par contact. — Chargement du châssis... 289
Exposition 291
Développement 295
Fixage 298
Tirage par reproduction 299
Méthode opératoire 302
Indications complémentaires........................ 304
Montage 305

Instructions

Accompagnant la collection de dix tableaux en mouvement pour l'Enseignement de l'Astronomie.

N° 1. — Sphéricité de la terre........................ 309
N° 2. — Système planétaire........................ 310
N° 3. — Révolution annuelle de la terre 311
N° 4. — Rotation diurne de la terre 313
N° 5. — Révolution de la lune autour de la terre........... 313
N° 6. — Phénomène des marées 314
N° 7. — Orbites de Mercure et de Vénus 315
N° 8. — Marche d'une comète 316
N° 9 — Éclipse de lune........................ 317
N° 10. — Éclipse de soleil........................ 317

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

Pages.

Adapteur universel (fig. 129 à 131)........................ 268
Agrandissements (Appareils pour les).............. 266, 270
Obtention des épreuves (Voir *Épreuves*)....... 277, 278 à 286
Ajustement (voir *Tableaux*, *Réglage*)....................
Alcool. — Son emploi dans la lumière oxycalcique.... 82 à 85
Annonces lumineuses. — Conditions d'éclairage........ 21
Aphengoscope. — (Voir *Mégascope*)....................
Appareils d'agrandissement. — Inconvénient des lanternes américaines............................ 267
Appareils spéciaux (fig. 128)...................... 267, 268
Mode d'éclairage.................................. 270
Choix de l'objectif.............................. 270, 272
Installation des appareils........................... 272
Manœuvre de l'appareil.......................... 273 à 275
Mise au point.................................. 275, 276
Appareils de projection. — Définition................. 107
Diverses sortes.................................. 107, 108
Dimensions à choisir pour une projection déterminée 114 à 123
— de famille et de classe (fig. 45)...................... 143
Leurs avantages 143, 144
— Perfectionnés pour facultés, cours, conférences (fig. 48).... 150
Leur usage pour la projection des objets horizontaux.... 154
Peut être utilisé avec l'électricité.................. 153, 154
Règles à suivre pour la disposition des appareils de projection.. 217, 218
Appareils solaires. — Mode d'installation 197, 198
Bâton de chaux. — Mode d'emploi................ 73, 74, 75
Peut être remplacé par du marbre blanc................ 75
Bec de gaz. — Intensité.............................. 19
Est la plus mauvaise flamme pour les projections..... 25, 26
Boîte à lumière. — Pour théâtre (fig. 86)........... 210, 211
Emploi du chalumeau à gaz combinés................... 211

Pages.
Bolides (Apparition, Explosion des)........................ 166
Bougie de l'Étoile. — Intensité 19
Camphre. — Son emploi dans les lampes à huile........... 29
Avec les lampes modérateurs, avec les lampes solaires à réservoir supérieur.. 29
Carburateurs pour la lumière oxy-éthérique.............
— A éther liquide.. 87, 88
— A vapeur d'éther (fig. 17)......................... 88, 89
Mode de fonctionnement.............................. 89, 90
Ordre rigoureux à suivre pour la manœuvre des robinets.. 90, 91
— A air chaud (fig. 18 et 19)........................ 91, 92
Tubes de sûreté.. 92, 93
Centrage du point lumineux. — Comment on l'obtient 102 à 104
Chalumeau oxycalcique. — Intensité..................... 20
Son emploi (fig. 14 et fig. 15)................... 82, 83, 86
Chalumeau oxyhydrique. — Intensité..................... 20
Conditions d'une bonne lumière............................ 21
Chal. oxyhyd. dans lequel tout mélange de gaz est impossible. 40
— A gaz indépendants pour éviter tout mélange des gaz (fig. 7).. 66, 67, 68
Réglage des robinets...................................... 68 à 75
Où on doit placer le bâton de chaux suivant la pression des gaz... 73, 74
Emploi du chalumeau à gaz indépendants, quand on opère avec un réservoir d'hydrogène............ 76 à 78
Chal. oxyhyd. à gaz combinés (fig. 11)............ 78, 79, 80
— A deux fins (fig. 13)................................... 80, 81
Modifications apportées à la chaux........................ 81
Utilisation du chalumeau à gaz combinés pour le fonctionnement du microscope à gaz.............................. 163
Chambre pour l'exposition des positifs.............. 294, 295
— Pour reproductions.. 300
Châssis-presse. — Son emploi pour le tirage par contact des épreuves sur verre................................ 289, 291
Support pour le chargement du châssis-presse 291
Chevalet pour reproductions............................... 301
Chromatrope.. 258
Cimetière vu de nuit.. 258
Collections de tableaux. — Diverses sortes.............. 247
Bandes peintes pour lanternes magiques..................... 248
Collections pour lanternes magiques .... 248 à 252
— pour l'Enseignement 262, 263
Collections d''astronomie........................ 262, 309 à 318
— de physique.. 262

Pages.
— de mécanique.. 262
— de géographie et de voyages........................ 262
— de l'Ancien et du Nouveau Testament................ 263
— de l'histoire de France............................. 263
— d'histoire naturelle et de l'histoire du globe..... 263
— de l'Industrie et des applications scientifiques... 263
— de portraits et de sujets historiques.............. 263
— de chimie.. 263
— d'anatomie... 263
Instructions pour l'emploi des tableaux d'astronomie. 308, 318
Condensateurs (Voir *Lentilles éclairantes*) pour les appareils d'agrandissement.......................... 268, 269
Rapport entre la dimension du condensateur et celle de l'appareil d'agrandissement........................ 271
Cornue. — En fonte (fig. 1).................. 43, 44, 46
— de forme conique (fig. 4).......................... 46
Cuves à expériences. — Emploi pour l'électrolyse et autres expériences.............................. 136, 138
Cylindres à oxygène............................ 56, 57
Usage d'un régulateur................................ 57
— — manomètre.. 58
Précautions à prendre................................ 58
Développement des épreuves d'agrandissement...... 280, 284
— des épreuves positives au gélatino-chlorure....... 295, 297
— — au gélatino-bromure.............................. 303
Éclairage ordinaire ou intense.................... 22
Source lumineuse idéale.............................. 22
Comment éviter l'inégalité d'éclairage de plusieurs chalumeaux employés simultanément................ 184 à 187
— Pour les agrandissements................. 270 à 279, 285
Écran. — Sa disposition pour la fantasmagorie...... 158
Son installation pour les projections directes...... 219 à 222
— pour les projections par transparence......... 222 à 231
Peut être remplacé par la muraille.............. 220, 233
Cadres pour écran............................... 225, 226
Manière de rendre l'écran transparent...... 228, 231, 232
Augmentation de la transparence par l'emploi du vernis copal blanc....................................... 229
— par l'emploi de la gélatine........................ 330
— — de la cire.................................. 230, 231
— — du mouillage et de la glycérine............. 231, 232
Emploi d'une glace dépolie...................... 232, 233
Effet d'eau jaillissante ou tombante.............. 256
Effet de neige........................... 166, 167, 257

Pages.

Electrolyse. — Projection 136, 138
Epreuves d'agrandissement. — Comment on les obtient. 277
Qualités des négatifs 277, 278
Choix du papier au gélatino-bromure 278, 280
Moyens de tendre le papier 279, 280
Modes de développements, formules .... 280 à 284
Comment on les rend brillantes 283, 284
Précautions à prendre par les grandes chaleurs 282
Temps de pose 284, 285
Épr. d'agr. de portraits dégradés 285
Interposition d'un verre dépoli 285
Agrandissement au moyen du mégascope 285, 286
Epreuves sur verres pour projections. Leur confection 287 à 308
Dimensions 288
Tirage par contact, emploi du gélatino-chlorure 288
Tirage par reproduction, emploi du gélatino-bromure 288
Leur exposition à la lumière du jour ou à la lumière artificielle 291, 295
Chambre utilisée pour cette exposition 294, 295
Mode de développement des plaques au gélatino-chlorure, ... 295, 297
Fixage 298, 299
Fixage-virage 299
Tirage par reproduction .... 299 à 305
Manière d'opérer .... 299 à 302
Emploi des glaces au gélatino-bromure 302, 303
Développement 303
Comment on les rend brillantes 304
Comment on les affaiblit 304, 305
Vernissage 305
Montage .... 305 à 309
Ether. — Son emploi dans la lumière oxy-éthérique .. 87 à 94
— à l'état liquide .... 87 à 88
— à l'état de vapeur (Voir *Carburateurs*) 88, 89
Fantasmagorie. — En quoi elle consiste 155
Manière d'opérer .... 156 à 160
Gazomètre en métal 48, 49
Explosions possibles 48, 49
Nécessité d'un vernis 49
Gravures. — Projection au moyen du mégascope 201
Leur emploi pour la confection des tableaux 242, 243
Hydrogène. — Mode de préparation .... 58 à 64
Avantage d'une forte pression et ses inconvénients 73
Précautions nécessitées par les réservoirs d'hydrogène... 73

Pages.

Intensité des diverses sources de lumière 19
Lampe américaine, à deux mèches et à plusieurs mèches.
— Intensité 20
Préparation des mèches 33
Emploi du pétrole et non de l'essence 33, 34
Nécessité d'aération de la salle 35
Manière d'éviter l'odeur 35, 36
Manière de régler le tirage 36
Lampe Carcel. — Intensité 19
Lampes à huile, pour lanternes magiques communes 28
A réservoir inférieur ou à réservoir supérieur 28
Qualité de l'huile (Voir *Lampes solaires*) 29
Ne pas employer une huile ancienne 29
Emploi du camphre 29
Qualité de la mèche 30, 31
Nécessité de régler la lampe placée dans l'appareil 31
Lampe modérateur, avec ou sans huile camphrée. —
Intensité 19
Conditions d'une bonne lumière 21
Lampe à pétrole, à bec circulaire. — Intensité 20
Meilleure flamme pour les projections 25
Soins qu'elle exige 32
Disposition de la mèche 32
— Pour les agrandissements 273, 274
Soins à y donner 274, 275
Lampes solaires 29
Emploi du camphre 29
Lanternes américaines. — Emploi du pétrole 129
Perfectionnement 129, 130
— A deux mèches (fig. 35) 130
— A mèches multiples (fig. 36) 130, 131
Modèle des écoles normales (fig. 39) 131, 134
Description de l'objectif 135
Divers modes d'emploi 136, 138
Lanternes magiques. — Différence avec les appareils de
projection 107
— Ordinaires 124
Insuffisance de l'éclairage 125
Perfectionnements (fig. 32) 126
— donnant des projections directes 219
Des tableaux .... 248 à 252
Lanternoscope 308
Laveur en cristal pour la préparation de l'oxygène (fig. 2). 44, 45
Tube laveur (fig. 3) 45

Pages.
Utilité d'un laveur sec pour le remplissage du sac à oxygène. 55
— A double compartiment 55
Lentilles. — Foyer principal 109
Rapport entre la grandeur de l'image et la distance de l'écran 109, 110
Du choix à faire de l'objectif convenable pour une distance donnée 112, 113
Formules 113
L. éclairantes, leur utilité 116
Dimensions .... 117 à 119
Leur disposition dans l'appareil perfectionné pour facultés, cours, etc 152
Lumière Drummond. — (Voir *Lumière oxyhydrique*). 37
Lumière Électrique. — Intensité 20, 22
Se rapproche le plus de la source lumineuse idéale 22
Conditions d'emploi 22, 23
Son infériorité en général par rapport à la lumière oxyhydrique 95
Cas particuliers où son emploi est plus avantageux 96
Ce qu'elle coûte 96, 98
Emploi de la pile Bunsen .... 96 à 99
Lumière à arc .... 96 à 99
Usage de régulateurs .... 96 à 100
Lumière à incandescence 101
Lumière Oxy-calcique. — Production (3e Mode d'emploi de l'oxygène) .... 82 à 86
Emploi de l'alcool 82
Lumière Oxy-éthérique. — Emploi des vapeurs d'éther ou de gazoline avec l'oxygène (Voir *Carburateurs*) 87
Emploi du chalumeau à gaz combinés 94
Précautions à prendre 94
Lumière Oxyhydrique. — Éclairage par excellence pour projections 23, 24
Ce qu'elle coûte 24
Obtenue par le mélange avec l'hydrogène, projeté sur un bâton de chaux 38
Dangers présentés à l'origine par la lumière oxyhydrique 38, 39
Progrès réalisés supprimant ces dangers 39, 40, 41
Six modes d'emploi pratiques de l'oxygène 41
Usage d'un carburateur 41, 42
1re manière d'opérer (sans réservoir d'hydrogène) 65
2e manière d'opérer (avec réservoir d'hydrogène) ... 76 à 81
Procédés pour régler l'arrivée des gaz 76, 77
Usage du gaz d'éclairage 77, 78

Pages.
Lampascope 139
— A remplacé la lanterne magique (fig. 42)............ 139, 140
Magnésium. — Intensité.................................. 20
Son rôle au point de vue des projections 24, 25
Mégascope (Voir *Projection des corps opaques*). — Emploi de la lumière solaire.. 199
Emploi de la lumière artificielle........................ 199
Emploi pour photographier l'image agrandie des corps opaques 200, 285, 286
Son imperfection.. 200
Utilisation possible pour l'enseignement 200, 201
— — pour la projection des gravures...... 201
— Ses transformations (fig. 75) 201, 202
Projection de sujets spéciaux en cuivre découpé.... 203, 204
— de portraits-cartes photographiques..... 204, 205
— de sujets d'ophtalmoscopie médicale et de cérébroscopie 205, 206
— Bilampadaire (fig. 83)..................................... 207
Utilisation pour projection de photographies sur papier ou de chromolithographies.......................... 207, 209
Microscope à gaz 161
Nécessité de la lumière électrique........................ 161
Microscope photo-électrique............................ 189
— **solaire** 198
Mise au point. — Définition.............................. 157
— — (Appréciation de la)................... 123
— — de l'appareil de projection.............. 136
— — de l'appareil d'agrandissement.... 275, 276
Montage des épreuves positives.......................... 305, 308
— — sur verre .... 305 à 309
Moulin à eau.. 257
Négatifs. — Disposition dans l'appareil d'agrandissement... 275
Qualités nécessaires pour l'agrandissement.......... 277, 278
Leur emploi pour la confection des épreuves positives sur verre.. 288
Objectifs. — Manière d'apprécier l'objectif pour projection.. 123
Manière d'apprécier l'objectif pour les agrandissements .... 123, 270 à 272
Usage de la crémaillère.................................... 122, 123
Objectif de la lanterne américaine......................... 135
Outils et accessoires 234
Pince de gazier 234
Tuyaux en caoutchouc...................................... 233, 236
Bifurcation métallique pour le gaz........................ 236
Sonnerie électrique ou pneumatique....................... 236

Pages.
Oxygène. — Sa présence dans l'eau.................... 37
Six modes d'emploi pratiques de l'oxygène dans les projections.................................... 41
Usage d'un carburateur.......................... 41, 42
Modes de préparation.......................... 43, 49 à 52
— — au chlorate de potasse...... 44, 49, 54
Laveur en cristal.................................... 45
Cornue en fonte (fig. 1)...................... 43, 44, 46
Cornue conique (fig. 4)................................ 46
Usage du peroxyde de manganèse calciné........ 49, 52, 53
Utilisation des résidus 53
Par quoi on peut remplacer le manganèse... 53
Inconvénient de laisser refroidir l'appareil............. 54
Utilité d'un laveur sec.................................. 55
Oxygène comprimé. — Emploi pendant la guerre de Sécession d'Amérique................................ 56
— à 120 atmosphères dans des cylindres (Voir *Cylindres à oxygène*) 56
Usage pour le microscope à gaz.................. 161, 163
Phénakisticope.. 259
Photocopies. — Obtenues par contact (Voir *Épreuves sur verre*) 288
Photographies. — Leur emploi pour les tableaux de projection.. 115, 250
Leur confection.................................. 287 à 308
Phototypes négatifs (Voir *Négatifs*)....................
— positifs (Voir *Épreuves sur verre*)............
— obtenus par reproduction à la chambre noire... 288
Polyorama, ou appareil à vues fondantes................. 164
— à projection double.......................... 164 à 181
Utilisation pour les effets compliqués............... 165, 166
— double à disposition horizontale (fig. 56)........... 168 à 171
Utilisation avec les lampes ordinaires.................. 171
— avec la lumière oxyhydrique................ 171
— double à disposition verticale (fig. 61).................. 176
Sa supériorité .... 175 à 178
— à projection multiple (fig. 66).................. 182 à 189
— à trois lanternes 183, 184
— à cinq lanternes (fig. 68).............................. 186
Modèle triple pour l'emploi de la lumière électrique (fig. 69).. 187, 188
Pressoir simple (fig. 6) 66
— double (fig. 12)...... .... 76- 79
Projection des corps opaques................................ 199

Pages.
Projection des tableaux transparents (Voir *Lanternes magiques*) . . . .
— des photographies sur papier 199, 200
— d'ophtalmoscopie médicale et de cérébroscopie 206
— directe . . . . 219 à 222
— par transparence . . . . 222 à 233
— pour démonstrations et expériences diverses. 264, 266
Pseudoscopique (Effet) 196
Recomposition de la lumière. — Appareil spécial. 264, 266
Relief. — Comment on l'obtient . . . . 193 à 196
Emploi des verres rouges et verts 194, 195
Robinet distributeur. — Son emploi pour l'utilisation de la lumière oxyhydrique dans le polyorama (fig. 57) 172
Nécessité de deux robinets distributeurs . . . . 172 à 175
Modification ayant pour objet d'économiser l'hydrogène (fig. 64) 180, 181
Rosaces lumineuses (Voir *Chromatrope*) . . . .
Sac à oxygène 43, 46
Dimensions 46, 47
Durcissement du sac, moyens d'y remédier 47, 48
Précautions à prendre dans son emploi 54
— placé sous un pressoir (fig. 6) 66
Pression correspondant à un éclairage déterminé 72
Sac simple ou multiple pour alimenter plusieurs chalumeaux . . . . 184 à 188
Spectres 212, 214
— Obtenus au moyen de glaces 212, 214
Spectre solaire. — Projection 265, 266
Stéréoscopiques (Projections) 193
Sujets spéciaux pour le mégascope 204
Support à réflexion totale. — Son usage pour la projection des objets horizontaux (fig. 49) 154
Tableaux sur verre, peints à la main 114, 115, 125
Emploi de photographies 115, 241, 260
Dimensions 114
Leur réglage 190, 192
Dessins au trait sur verre ordinaire 241
Application des couleurs 241, 242
Dessins sur verre dépoli 242
— sur gélatine 242
— sur noir de fumée 242
Confection de tableaux au moyen de gravures 242, 243
Trois manières de colorier les tableaux 243, 245
Comment éviter la poussière (Voir *Collections*) 245, 246, 247 à 259

Pages.

Supériorité des fonds noirs sur les fonds blancs (Voir *Phototypes*, *Photocopies*, *Épreuves sur verre*)..... 248, 249
Tableaux pour l'enseignement........................ 262, 263
— d'Astronomie à mouvement ou fixes (Voir *Collections*) ... 262
Tableaux mouvants............................. 252 à 259
— d'astronomie.................................... 308 à 318
Teinteurs pour la coloration des vues projetées............ 246
Temps de pose des épreuves d'agrandissement...... 284, 285
— des épreuves positives au gélatino-chlorure.............. 292
— — — au gélatino-bromure............ 303
Tirage par contact des épreuves positives.............. 289
Emploi du châssis-presse......................... 289, 290
Tirage par reproduction des épreuves positives.. 299 à 305
Tubes de sûreté utilisés pour les carburateurs à éther, 80, 92, 93, 94
Tuyaux en caoutchouc.................................. 235
Vernissage des épreuves pour projection................. 305
Vésuve en flammes............................. 190, 257

Tours. — Imp. Deslis Frères.



